

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk

Produk yang dikembangkan adalah *Paper-based Test* yang berupa soal pilihan ganda beralasan dalam empat paket tes sebagai Bank Soal PhysCriThiS dan media *Computer-based Test for Critical Thinking Skills Physics* (CBT-PhysCriThiS). Pengembangan mengadaptasi model pengembangan Oriondo-Antonio untuk PhysCriThiS dan model 4D untuk media CBT-PhysCriThiS. Berikut ini tahapan perencanaan dan perancangan.

1. Tahap Perencanaan (*Define*)

a. Perencanaan Tes PhysCriThiS

Hasil perencanaan tes PhysCriThiS berupa tujuan, kisi-kisi dan format soal.

a) Penentuan Tujuan Soal

Penentuan tujuan yang dimaksud adalah menentukan aspek yang akan diukur dan tujuan pembelajaran yang dicapai. PhysCriThiS yang dikembangkan berpedoman pada aspek dan sub aspek keterampilan berpikir kritis seperti pada Tabel 18.

Aspek dan sub aspek tersebut kemudian dijabarkan menjadi beberapa indikator dalam bentuk kisi-kisi keterampilan berpikir kritis pada Lampiran 2.1.

Tabel 17. Aspek dan Sub Aspek Berpikir Kritis

Aspek	Sub Aspek
<i>Elementary clarification</i> (memberikan penjelasan sederhana)	Memfokuskan pertanyaan
	Menganalisis argument
<i>Basic support</i> (membangun keterampilan dasar)	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak
	Mempertimbangkan hasil observasi
<i>Inference</i> (menyimpulkan)	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi
	Membuat dan menentukan hasil pertimbangan
<i>Advanced clarification</i> (membuat penjelasan lebih lanjut)	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi
<i>Strategies and tactics</i> (strategi dan taktik)	Menentukan suatu tindakan

Selain indikator berpikir kritis, tujuan pembelajaran juga harus tercapai. Tujuan pembelajaran ditelaah dengan menentukan subjek pengukuran dan kompetensi yang akan diukur. Subjek yang ditelaah adalah dimensi kognitif peserta didik kelas XI SMA/MA yang telah menempuh semester ganjil dengan kurikulum 2013. Kompetensi dasar yang perlu dicapai mengacu pada kurikulum 2013 revisi 2016 yang dijadikan tujuan pembelajaran. Kompetensi dasar yang akan dicapai dapat dilihat pada Tabel 19.

Tujuan pembelajaran dijabarkan melalui indikator untuk masing-masing kompetensi dasar yang dapat dilihat pada Lampiran 2.2.

Tabel 18. Pokok Bahasan dan Kompetensi Dasar yang Diukur

POKOK BAHASAN	KOMPETENSI DASAR
Keseimbangan dan dinamika rotasi	3.1 Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam olahraga.
Elastisitas dan hukum hooke	3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari.
Fluida statis	3.3 Menerapkan hukum-hukum fluida static dalam kehidupan sehari-hari.
Fluida dinamis	3.4 Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi.
Kalor dan perpindahan kalor	3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.

b) Penyusunan Kisi-kisi Tes

Kisi-kisi tes mengacu pada indikator keterampilan berpikir kritis dan dipadukan dengan kisi-kisi ketercapaian kompetensi. Sebelumnya, dibuat matriks tes untuk menentukan jumlah item soal dan lokasi item sebagai representasi aspek kemampuan berpikir kritis. Bank soal yang dikembangkan terdiri dari empat paket (A, B, C dan D) sehingga terdapat 160 item soal. jumlah anchor item disarankan 20% dari panjang tes (Kolen & Brennan, 2014). Hasil perhitungan tersebut diperoleh 128 item soal dan 8 *anchor item* dalam matriks tes pada Lampiran 2.4.

Berdasarkan matriks tes maka kisi-kisi Bank Soal dikembangkan dengan menjabarkan indikator keterampilan berpikir kritis menjadi indikator masing-masing soal. Indikator

soal disesuaikan dengan indikator pembelajaran sehingga diperoleh kisi-kisi PhysCriThiS yang dapat dilihat pada Lampiran 2.5.

c) Pemilihan Format Butir Tes

Format soal yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis fisika berbentuk pilihan ganda beralasan. Format ini terdiri atas lima opsi jawaban maupun alasan. Model penskoran yang digunakan adalah *Partial Credit Models* empat kategori (Istiyono *et al*, 2014). Peserta tes mendapat skor 1 jika jawaban dan alasan dijawab dengan salah, skor 2 jika menjawab soal benar namun alasan salah, skor 3 jika salah menjawab soal namun alasan benar, dan skor 4 jika jawaban maupun alasan dijawab dengan benar.

b. Perencanaan Media CBT

Hasil perencanaan media CBT adalah ditetapkannya kebutuhan pengembangan media CBT. Hasil diperoleh melalui analisis awal-akhir, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep dan spesifikasi tujuan.

a) Analisis Peserta didik

Hasil analisis peserta didik berupa karakteristik peserta didik terkait usia, kemampuan menggunakan komputer dan tuntutan akademis. Teori Piaget menyebutkan bahwa peserta didik kelas XI SMA secara kognitif tergolong dalam tahap operasional formal.

Periode ini anak dapat menggunakan operasi-operasi konkritnya untuk membentuk operasi yang lebih kompleks (Jarvis, 2011:111). Anak mempunyai kemampuan untuk berpikir abstrak dan mampu memahami bentuk argumen sehingga disebut operasional formal. Dalam usia tersebut minat yang dimunculkan dalam media CBT juga tidak boleh kurang dan tidak berlebihan. Berdasarkan berbagai analisis inilah pengembangan media CBT yang dilakukan harus relevan dengan karakteristik dari peserta didik.

b) Analisis tugas

Analisis tugas dilakukan untuk memastikan pemenuhan tugas termuat dalam media CBT. Tugas yang dimaksud adalah tugas prosedural yakni apa saja yang harus dilakukan oleh guru dan peserta didik dalam melaksanakan tes. Sebelum melakukan tes, guru dan peserta didik memahami terlebih dahulu kisi-kisi tes keterampilan berpikir kritis. Selain itu, guru juga harus dapat melihat bank soal yang ada didalam media, sehingga guru dapat memastikan bahwa kompetensi yang diukur benar-benar telah dipelajari oleh peserta tes. Ketika tes akan dilaksanakan peserta tes harus mendapatkan petunjuk pengerjaan tes dan ketika tes sedang berlangsung peserta tes harus diberikan informasi terkait waktu pengerjaan.

Berdasarkan analisis tugas maka prosedur pelaksanaan tes untuk guru dan peserta didik dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 19. Prosedur Pelaksanaan Tes Menggunakan Media CBT

No	Guru	Peserta Didik
1.	Melakukan resgitrasi CBT dan menunggu konfirmasi dari admin	-
2.	<i>Log in</i> dan menginstruksikan peserta didik untuk melakukan registrasi akun	Melakukan registrasi akun sesuai dengan kelas dan sekolah
3.	Mengaktifkan akun peserta didik	<i>Log in</i> dengan akun peserta didik
4.	Memahami bank soal dan menyampaikan kisi-kisi tes kepada peserta didik	Memahami kisi-kisi tes
5.	Menyampaikan prosedur tes kepada peserta didik	Memahami prosedur tes
6.	Mengaktifkan bank soal untuk memulai tes	-
7.	Mengawasi tes yang sedang berlangsung	Melaksanakan tes yang disajikan program CBT
8.	Melihat rekap hasil tes peserta didik	Memahami hasil tes yang telah diselesaikan

Berdasarkan prosedur pelaksanaan tes yang telah dirancang, diharapkan media CBT dapat menjadi program yang *user friendly*.

Prosedur tersebut bersifat fleksibel sesuai dengan kondisi.

c) Analisi konsep

Hasil analisis konsep adalah ditetapkan algoritma CBT. Algoritma yang digunakan diadaptasi dari algoritma yang dikembangkan Mardapi (2012) yakni menggunakan teori respon butir, logika dan statistika sederhana. Algoritma tersebut terkait dengan cara mengestimasi kemampuan peserta.

Terkait dengan cara penyajian soal, peserta tes diberikan soal secara acak dengan tingkat kesulitan butir yang acak pula. Estimasi

kemampuan peserta dilakukan dengan menghitung kemampuan (θ) , $P(\theta)$, $Q(\theta)$, $I_i(\theta)$ dan $SE(\theta)$ (Hambleton *et al*, 1991). Rumus-rumus besaran telah dijelaskan pada bab dua sub bab CBT dan kemudian dilakukan tabulasi dengan bantuan *Microsoft Excel*. Tabulasi ini digunakan sebagai kalibrasi algoritma CBT yang digunakan. Contoh tabulasi dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 20. Simulasi Perhitungan CBT untuk PCM Empat kategori

NO	d1	d2	d3	pembilang			penyebut	Skor Jawaban	Theta Awal	Theta Setelah Jawab	pni1	pni2	pni3	pni4	Pi(θ)	Qi(θ) = 1-P(θ)	IIF	SE (θ)	Selisih SE antar Iterasi
				p1	p2	p3													
1	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	4.00	3	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	0.19	2.31	2.31
2	-0.65	-0.55	-0.45	1.92	3.32	5.21	11.44	2	0.00	-0.65	0.09	0.17	0.29	0.46	0.17	0.83	0.14	1.75	0.56
3	-0.45	-0.35	-0.25	0.82	0.61	0.41	2.83	2	-0.65	-0.45	0.35	0.29	0.21	0.14	0.29	0.71	0.21	1.37	0.38
4	-0.25	-0.15	-0.05	0.82	0.61	0.41	2.83	1	-0.45	-0.45	0.35	0.29	0.21	0.14	0.35	0.65	0.23	1.15	0.22
5	-0.05	0.05	0.15	0.67	0.41	0.22	2.30	3	-0.45	0.05	0.43	0.29	0.18	0.10	0.18	0.82	0.15	1.05	0.10
6	0.15	0.25	0.35	0.90	0.74	0.55	3.19	2	0.05	0.15	0.31	0.28	0.23	0.17	0.28	0.72	0.20	0.95	0.10
7	0.35	0.45	0.55	0.82	0.61	0.41	2.83	4	0.15	0.55	0.35	0.29	0.21	0.14	0.14	0.86	0.12	0.90	0.05
8	0.55	0.65	0.75	1.00	0.90	0.74	3.65	2	0.55	0.55	0.27	0.27	0.25	0.20	0.27	0.73	0.20	0.84	0.06
9	0.75	0.85	0.95	0.82	0.61	0.41	2.83	1	0.55	0.55	0.35	0.29	0.21	0.14	0.35	0.65	0.23	0.78	0.06
10	0.95	1.05	1.15	0.67	0.41	0.22	2.30	4	0.55	1.15	0.43	0.29	0.18	0.10	0.10	0.90	0.09	0.76	0.02

Kolom b_i menunjukkan besarnya tingkat kesukaran soal.

Untuk kolom δ_{i1} , δ_{i2} dan δ_{i3} secara berurutan merupakan tingkat kesukaran untuk mendapatkan skor 2,3 dan 4, sedangkan kolom $P(\theta)$ sebagai rumus probabilitas menjawab benar. Kemampuan peserta tes ditunjukkan pada kolom θ . *Stopping rule* yang digunakan yakni jika butir soal habis dan waktu yang diberikan juga habis.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Hasil perancangan adalah diperoleh naskah bank soal PhysCriThiS awal dan *prototype* media CBT. Hasil tahap ini diperoleh melalui penulisan tes dan perancangan media CBT.

a. Hasil penulisan bank soal PhysCriThiS

Sebelum menulis naskah tes, terdapat syarat tertentu yang perlu diperhatikan. Subali (2016:14) menjelaskan kualitas butir soal sangat ditentukan dari aspek materi, konstruk dan Bahasa. Masing-masing aspek dijabarkan kedalam kisi-kisi penulisan butir soal yang juga digunakan sebagai instrumen penilaian kelayakan tes seperti pada Lampiran 1.3.

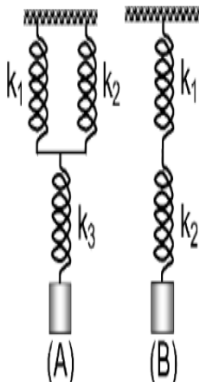
Berasarkan instrumen dan kisi-kisi bank soal kemudia dilakukan penulisan naskah soal. Soal pada aspek kemampuan yang sama namun berbeda paket maka masing-masing indikator dibuat empat variasi kecuali *anchor item*. Contoh butir soal kemampuan berpikir kritis fisika yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 6.

Dua susunan pegas ditunjukkan pada gambar di samping. Kedua susunan tersebut diberikan massa beban yang sama. Pernyataan berikut yang benar mengenai perbandingan konstanta pegas pengganti susunan A (k_A) dan konstanta pegas pengganti susunan B (k_B) adalah

- $k_A : k_B = 3:2$ dan pertambahan panjang pegas susunan A lebih kecil daripada pertambahan panjang pegas susunan B.
- $k_A : k_B = 2:9$ dan pertambahan panjang pegas susunan A lebih besar daripada pertambahan panjang pegas susunan B.
- $k_A : k_B = 1:9$ dan pertambahan panjang pegas susunan A lebih besar daripada pertambahan panjang pegas susunan B.
- $k_A : k_B = 4:3$ dan pertambahan panjang pegas susunan A lebih besar daripada pertambahan panjang pegas susunan B.
- $k_A : k_B = 1:4$ dan pertambahan panjang pegas susunan A lebih kecil daripada pertambahan panjang pegas susunan B.

ALASAN:

- $\frac{1}{k_A} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$, $k_B = k_1 + k_2 + k_3$, pertambahan panjang pegas berbanding terbalik dengan nilai k .
- $\frac{1}{k_A} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$, $k_B = k_1 + k_2$, pertambahan panjang pegas sebanding dengan nilai k .
- $\frac{1}{k_A} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_3}$, $\frac{1}{k_B} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$, pertambahan panjang pegas berbanding terbalik dengan nilai k .
- $\frac{1}{k_A} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_3}$, $k_B = k_1 + k_2 + k_3$, pertambahan panjang pegas sebanding dengan nilai k .
- $k_A = k_1 + k_3$, $k_B = k_1 + k_2$, pertambahan panjang pegas berbanding terbalik dengan nilai k .



Gambar 6. Butir soal 9B

b. Hasil perancangan media CBT

Hasil perancangan media adalah *prototype* media CBT. Langkah yang dilakukan berupa pembuatan acuan-kriteria, pemilihan media dan format, serta pembuatan desain media.

a) Pembuatan acuan-kriteria media

Tes acuan kriteria yang dimaksud adalah penilaian kelayakan media berdasarkan acuan dan kriteria. Acuan-kriteria media digunakan sebagai garis besar pengembangan media sekaligus instrumen penilaian media. Acuan-kriteria yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 21. Acuan-Kriteria Penilaian Kelayakan Media CBT

No	Aspek Penilaian	Indikator
1.	<i>Correctness</i>	Kelengkapan
2.	<i>Reliability</i>	Akurasi
		Toleransi kesalahan
3.	<i>Integrity</i>	Instrumentasi
		Keamanan
4.	<i>Usability</i>	Kemudahan mengoperasi program
5.	<i>Interface</i>	Kemudahan penggunaan menu dan tombol
		Tata letak navigasi
		Keterbacaan teks dan gambar
		Estetika dan kemudahan penggunaan
6.	<i>Navigation</i>	Ketepatan tautan navigasi
		Kemudahan dalam pencarian objek isi
		Ketepatan nama tautan dan tujuan tautan dalam system navigasi
		Kemampuan untuk kembali pada halaman tertentu

Acuan di atas didasarkan pada spesifikasi tujuan pengembangan. Berdasarkan spesifikasi tujuan terdapat persyaratan keberfungsian dan tampilan media yang harus dipenuhi dalam

pengembangan CBT. Acuan-kriteria ini digunakan juga sebagai *quality control* dari media. Instrumen penilaian kelayakan media dapat dilihat pada Lampiran 1.4.

b) Pemilihan media dan format

Media yang digunakan adalah media komputer, sedangkan format yang dipilih harus sesuai dengan analisis konsep maupun tugas, karakteristik peserta didik, sumber produksi dan rencana diseminasi (Hadi, 2013:1). Format yang dimaksud adalah terkait bagaimana tes disajikan dan bagaimana menampung data bank soal, daftar peserta tes, hasil tes dari peserta dan lain sebagainya. Sebagai sistem, CBT diharapkan dapat digunakan oleh peserta tes dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang bersamaan. Oleh karena itu system *client-server* berbasis jaringan mutlak diperlukan (Hadi, 2013:20). Program yang dikembangkan diharapkan juga dapat menjangkau wilayah yang luas dan mudah diakses, sehingga format *client-server* berbasis *website* yang dapat diakses melalui internet dan intranet sangat ideal untuk digunakan.

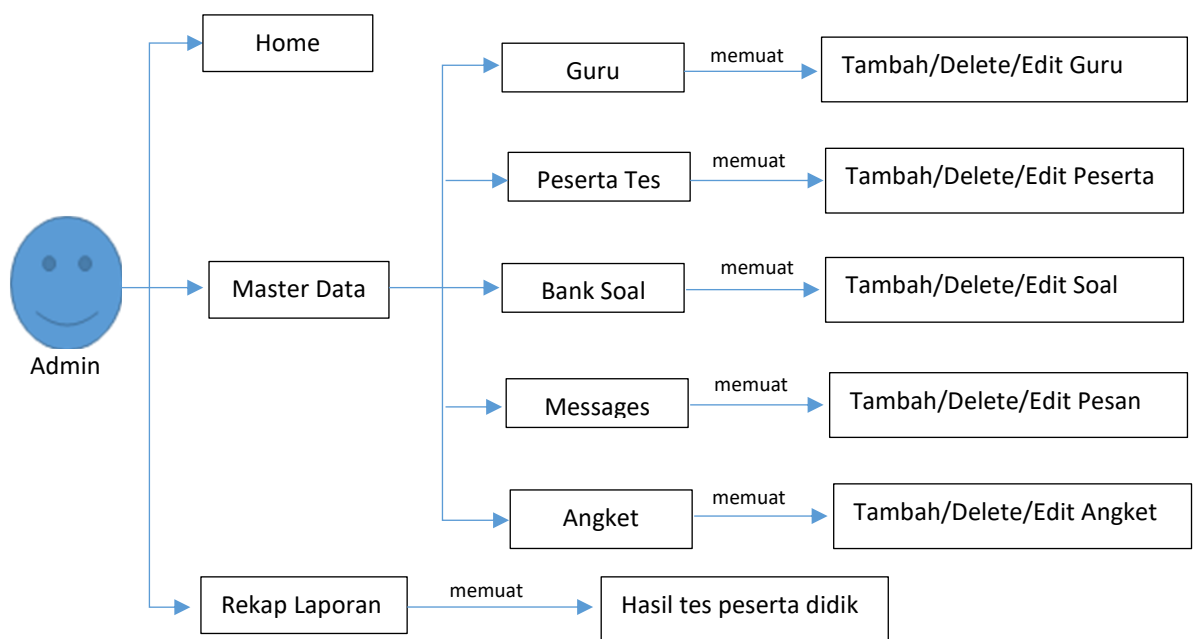
c) Pembuatan desain media

Media CBT dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Keuntungan penggunaan bahasa PHP adalah dapat disatukan dengan HTML (*Hyper Text Markup Language*), SQL (*Structured Query Language*) dan bahasa skrip lain serta didukung banyak *framework* yang *open source* (Hadi, 2013).

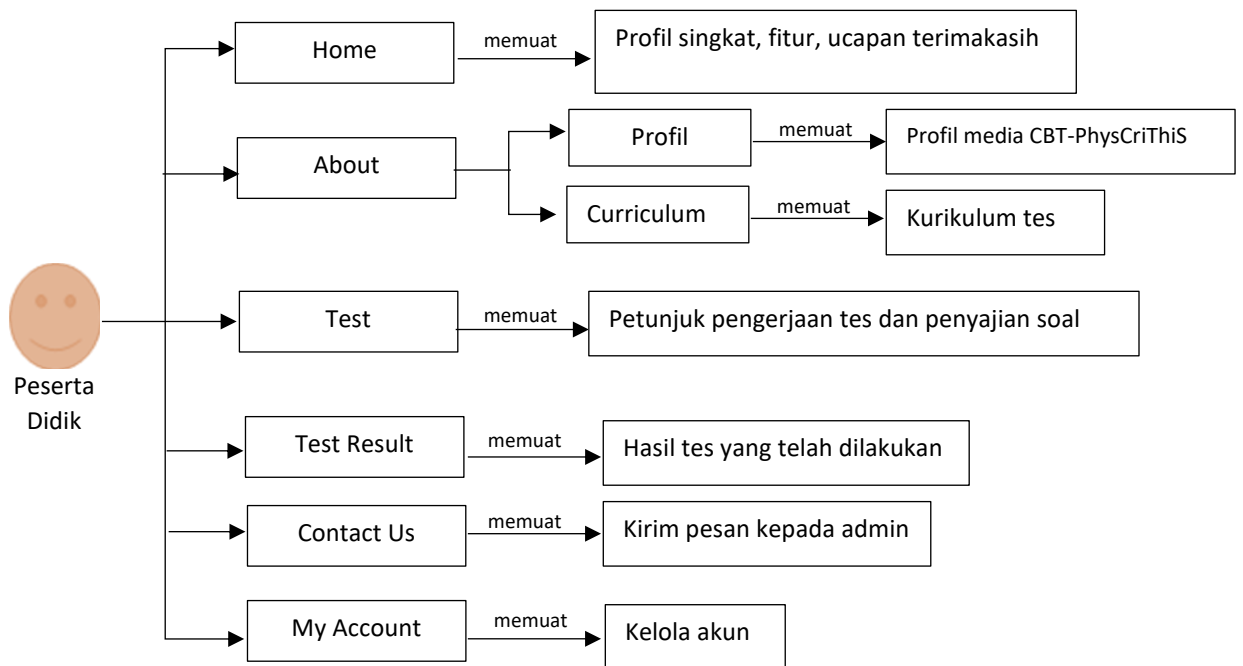
Langkah yang dilakukan dalam mendesain media antara lain merancang isi, membuat database dan membuat desain visual CBT.

a) Merancang Isi *web*

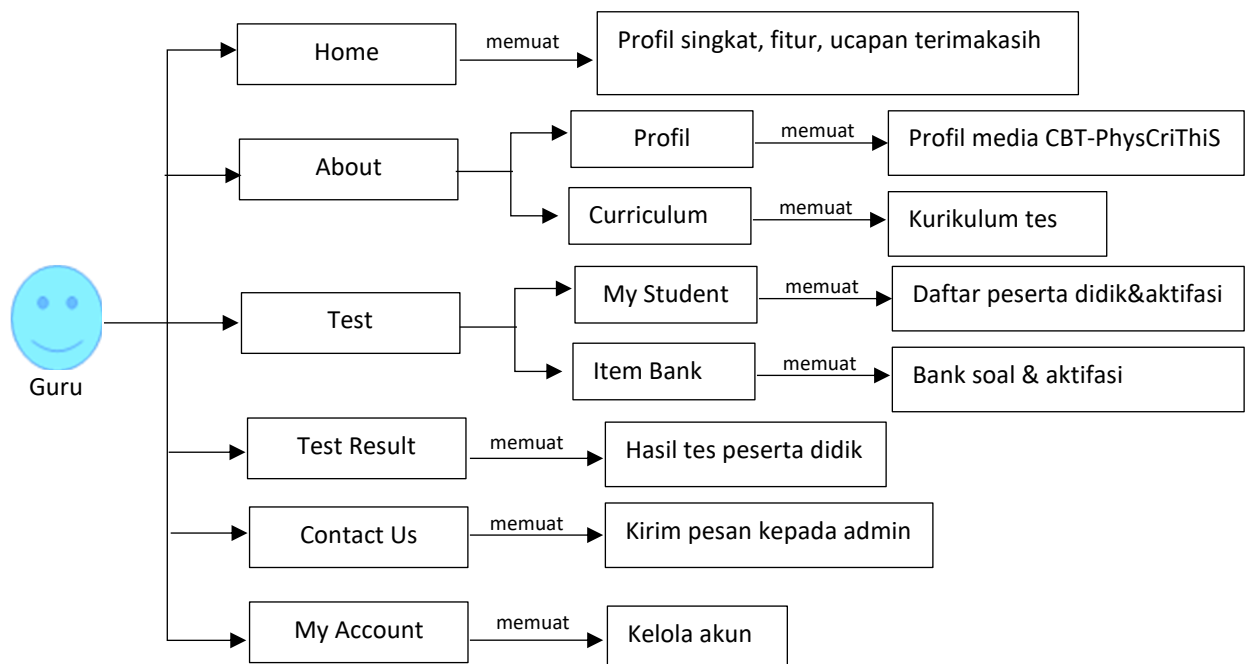
User media CBT terdiri dari admin, guru dan peserta didik. *User* admin merupakan pengelola semua fitur, *user* guru sebagai pengelola aktivasi tes dan konfirmasi peserta tes, sedangkan *user* peserta didik sebagai peserta tes. Rancangan akses *user* pada Gambar 7,8 dan 9.



Gambar 7. Rancangan Akses *User* Admin



Gambar 8. Rancangan *User Guru*

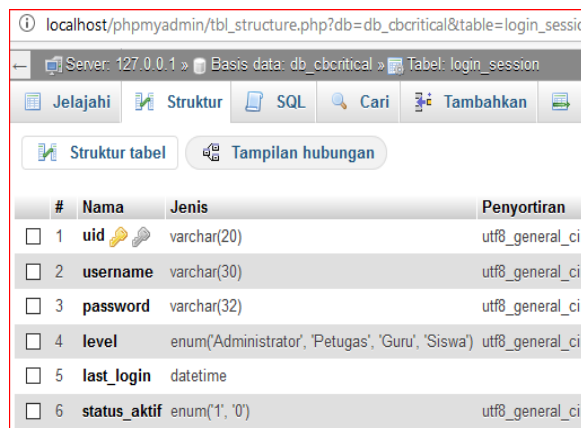


Gambar 9. Rancangan *User peserta didik*

Berdasarkan rancangan ini, fitur untuk masing-masing *user* memiliki perbedaan sesuai fungsi utamanya.

b) Membuat *database*

Pembuatan *database* diperlukan untuk menyimpan data seperti bank soal, daftar guru, daftar peserta tes, hasil tes, data *messages* dan angket. Rancangan *database* dalam program xampp pada Gambar 10, 11 dan 12.



localhost/phpmyadmin/tbl_structure.php?db=db_cbcritical&table=login_session

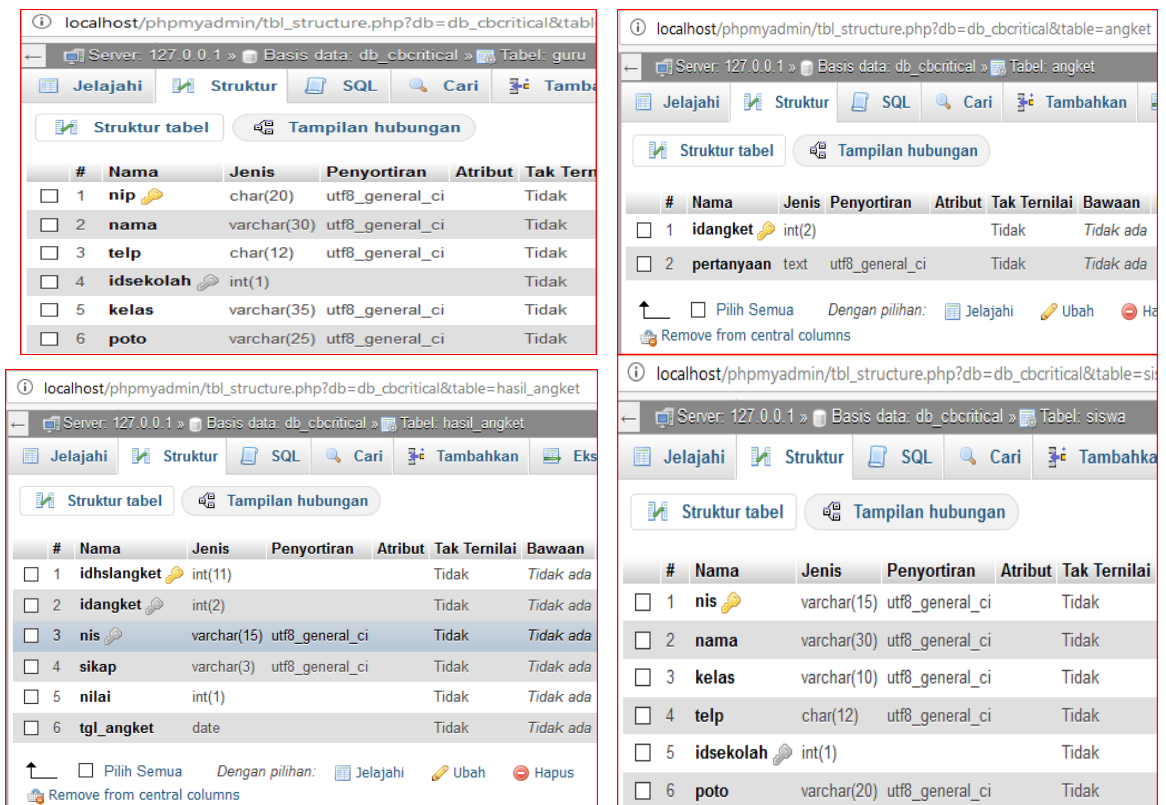
Server: 127.0.0.1 » Basis data: db_cbcritical » Tabel: login_session

Jelajahi Struktur SQL Cari Tambahkan

Struktur tabel Tampilan hubungan

#	Nama	Jenis	Penyortiran
<input type="checkbox"/> 1	uid	varchar(20)	utf8_general_ci
<input type="checkbox"/> 2	username	varchar(30)	utf8_general_ci
<input type="checkbox"/> 3	password	varchar(32)	utf8_general_ci
<input type="checkbox"/> 4	level	enum('Administrator', 'Petugas', 'Guru', 'Siswa')	utf8_general_ci
<input type="checkbox"/> 5	last_login	datetime	
<input type="checkbox"/> 6	status_aktif	enum('1', '0')	utf8_general_ci

Gambar 10. Rancangan database fitur *Log in*



localhost/phpmyadmin/tbl_structure.php?db=db_cbcritical&table=guru

Server: 127.0.0.1 » Basis data: db_cbcritical » Tabel: guru

Jelajahi Struktur SQL Cari Tambahkan

Struktur tabel Tampilan hubungan

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai
<input type="checkbox"/> 1	nip	char(20)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 2	nama	varchar(30)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 3	telp	char(12)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 4	idsekolah	int(1)			Tidak
<input type="checkbox"/> 5	kelas	varchar(35)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 6	poto	varchar(25)	utf8_general_ci		Tidak

localhost/phpmyadmin/tbl_structure.php?db=db_cbcritical&table=angket

Server: 127.0.0.1 » Basis data: db_cbcritical » Tabel: angket

Jelajahi Struktur SQL Cari Tambahkan

Struktur tabel Tampilan hubungan

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Bawaan
<input type="checkbox"/> 1	idangket	int(2)			Tidak	Tidak ada
<input type="checkbox"/> 2	pertanyaan	text	utf8_general_ci		Tidak	Tidak ada

localhost/phpmyadmin/tbl_structure.php?db=db_cbcritical&table=hasil_angket

Server: 127.0.0.1 » Basis data: db_cbcritical » Tabel: hasil_angket

Jelajahi Struktur SQL Cari Tambahkan

Struktur tabel Tampilan hubungan

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Bawaan
<input type="checkbox"/> 1	idhslangket	int(11)			Tidak	Tidak ada
<input type="checkbox"/> 2	idangket	int(2)			Tidak	Tidak ada
<input type="checkbox"/> 3	nis	varchar(15)	utf8_general_ci		Tidak	Tidak ada
<input type="checkbox"/> 4	sikap	varchar(3)	utf8_general_ci		Tidak	Tidak ada
<input type="checkbox"/> 5	nilai	int(1)			Tidak	Tidak ada
<input type="checkbox"/> 6	tgl_angket	date			Tidak	Tidak ada

localhost/phpmyadmin/tbl_structure.php?db=db_cbcritical&table=siswa

Server: 127.0.0.1 » Basis data: db_cbcritical » Tabel: siswa

Jelajahi Struktur SQL Cari Tambahkan

Struktur tabel Tampilan hubungan

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai
<input type="checkbox"/> 1	nis	varchar(15)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 2	nama	varchar(30)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 3	kelas	varchar(10)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 4	telp	char(12)	utf8_general_ci		Tidak
<input type="checkbox"/> 5	idsekolah	int(1)			Tidak
<input type="checkbox"/> 6	poto	varchar(20)	utf8_general_ci		Tidak

Gambar 11. Rancangan database fitur guru, siswa, angket dan hasil angket

The image contains two side-by-side screenshots of the phpMyAdmin interface. Both screenshots show the 'tbl_structure.php' page for a database named 'db_cbcritical'.

Left Screenshot (Table: soal):

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai
<input type="checkbox"/>	1	id_soal	varchar(5)	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	2	id_mode	varchar(5)	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	3	soal	text	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	4	jawaban	text	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	5	alasan	text	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	6	b	double		Tidak
<input type="checkbox"/>	7	bi1	double		Tidak
<input type="checkbox"/>	8	bi2	double		Tidak
<input type="checkbox"/>	9	bi3	double		Tidak
<input type="checkbox"/>	10	kunci_jawaban	char(1)	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	11	kunci_alasan	char(1)	utf8_general_ci	Tidak
<input type="checkbox"/>	12	kode	varchar(10)	utf8_general_ci	Tidak

Right Screenshot (Table: hasil_poin):

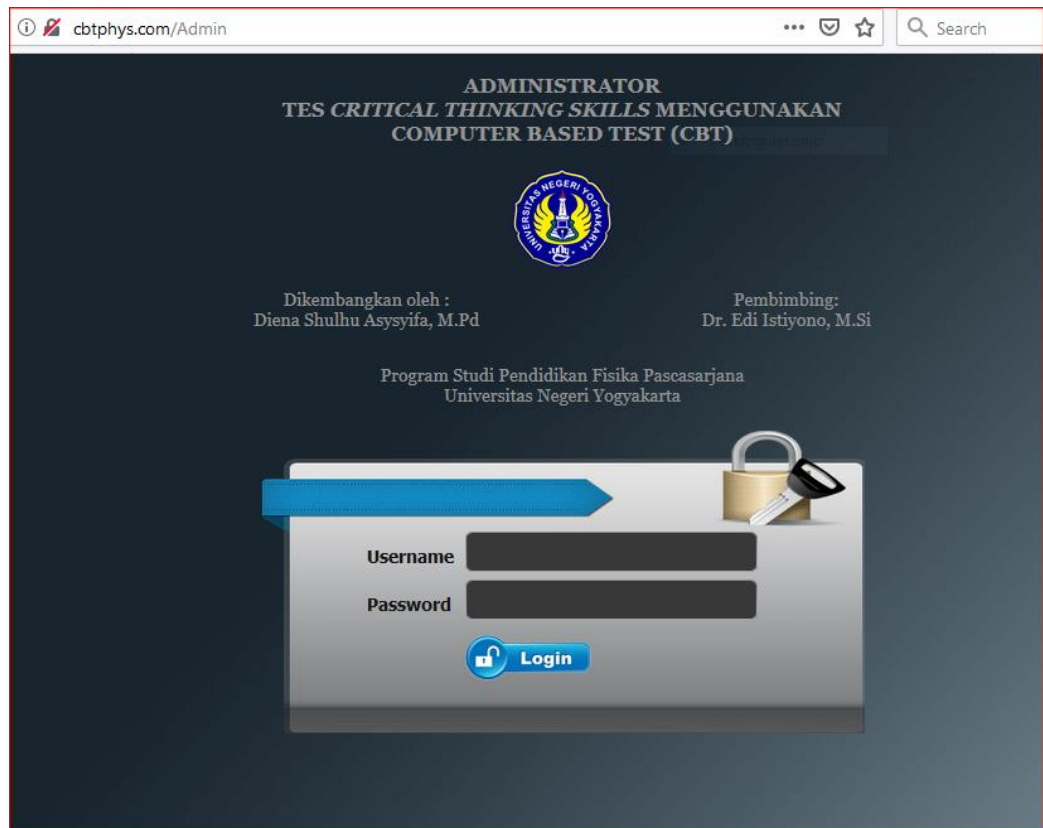
#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Be
<input type="checkbox"/>	1	id_poin	bigint(20)		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	2	id_soal	varchar(5)	utf8_general_ci	Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	3	nis	varchar(15)	utf8_general_ci	Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	4	skor	tinyint(4)		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	5	teta_awal	double		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	6	teta_akhir	double		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	7	l	double		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	8	SE	double		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	9	selisih_SE	double		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	10	waktu	int(2)		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	11	tanggal	date		Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	12	jwb_pilih	char(1)	utf8_general_ci	Tidak	Tid
<input type="checkbox"/>	13	als_pilih	char(1)	utf8_general_ci	Tidak	Tid

Gambar 12. Rancangan database fitur soal dan hasil soal

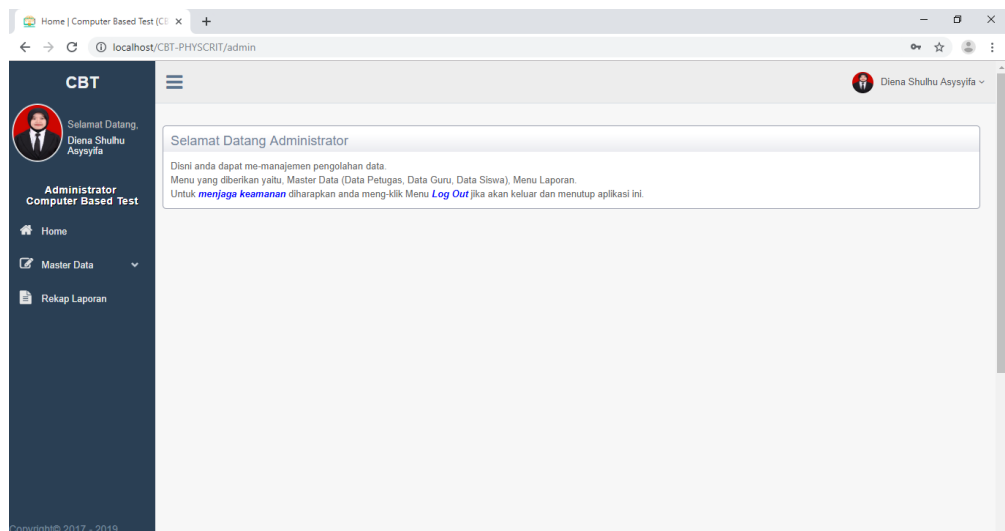
Rancangan yang telah diinput kedalam program XAMPP ini terdiri dari beberapa fitur yang saling terkait antara lain fitur siswa, guru, soal dan hasil tes. Fitur *Admin* dan *Messages* tidak memiliki keterkaitan dengan fitur lainnya. Selanjutnya *database* dihubungkan ke program PHP yang kemudian disesuaikan dengan desain visual media.

c) Membuat desain visual

Desain visual media diperoleh setelah membuat *layout website* menggunakan *code igniter* dan *sublime text*. Hasil desain *layout* ditampilkan menggunakan *browser*. *Template* yang dibuat untuk *user* guru dan peserta didik sama, namun *user* admin berbeda. *User* admin memiliki tampilan seperti pada Gambar 13.

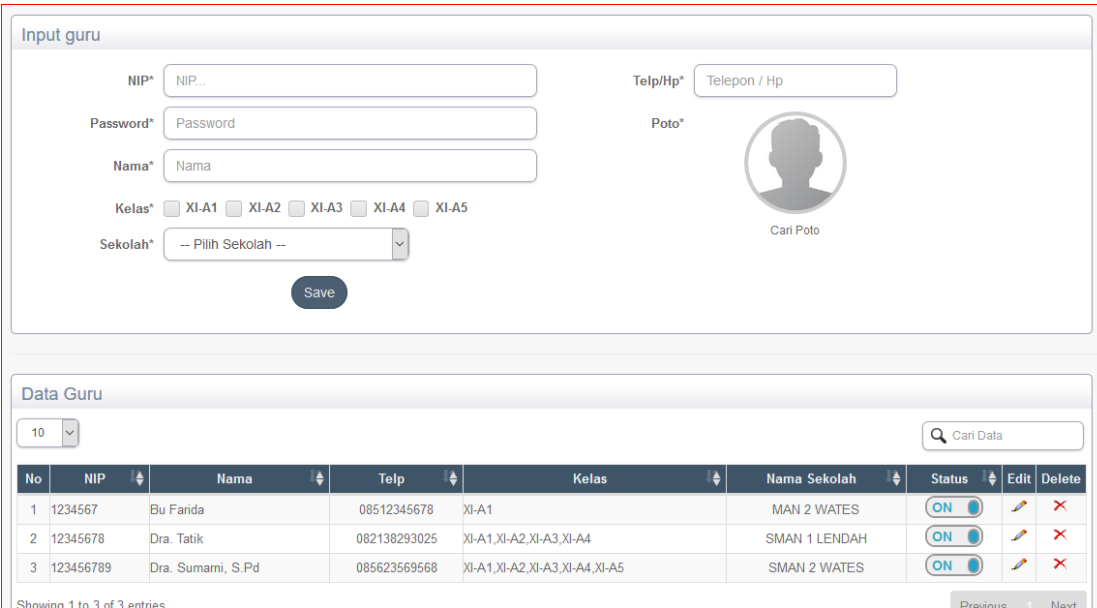


Gambar 13. Tampilan Halaman *Log in* Admin



Gambar 14. Tampilan Halaman Home Admin

Setelah *log in* menggunakan *username* dan *password* maka admin akan masuk ke dalam halaman *home* seperti pada Gambar 12. Pada halaman *home* terdapat menu Master Data yang terdiri dari sekolah, guru, siswa, bank soal, angket dan *contact*, serta menu Rekap Laporan. Tampilan untuk menu input guru dapat dilihat pada Gambar 15.



Input guru

NIP*


Password*

Nama*

Kelas* ☐ XI-A1 ☐ XI-A2 ☐ XI-A3 ☐ XI-A4 ☐ XI-A5

Sekolah*

Telp/Hp*

Poto* 
Cari Poto

Data Guru

10

No	NIP	Nama	Telp	Kelas	Nama Sekolah	Status	Edit	Delete
1	1234567	Bu Farida	08512345678	XI-A1	MAN 2 WATES	ON		
2	12345678	Dra. Tatik	082138293025	XI-A1,XI-A2,XI-A3,XI-A4	SMAN 1 LENDAH	ON		
3	123456789	Dra. Sumarni, S.Pd	085623569568	XI-A1,XI-A2,XI-A3,XI-A4,XI-A5	SMAN 2 WATES	ON		

Showing 1 to 3 of 3 entries

Gambar 15. Tampilan menu input guru

Admin dapat membuat akun guru dengan menginput data pada *form* yang disediakan dan menyimpannya. Namun, jika guru telah melakukan registrasi secara pribadi maka admin hanya perlu mengkonfirmasi status ON/OFF. Akses admin terhadap akun guru sama seperti akses admin terhadap akun peserta didik. Tampilan untuk menu peserta didik dapat dilihat pada Gambar 16.

Input Siswa

NIS*
No Induk Siswa...

Telp/Hp*
Telepon / Hp

Password*
Password

Nama*
Nama

Kelas*


☐ XI-A1
☐ XI-A2
☐ XI-A3
☐ XI-A4
☐ XI-A5

Sekolah*

-- Pilih Sekolah --

Save

Poto*



Carl Poto

Data Siswa

10

Cari Data

No	NIS	Nama	Kelas	Telp	nama_sekolah	Status	Edit	Delete
1	5500	Adi SR	XI-A3	085742000000	SMAN 1 LENDAH	ON		
2	Taronet	Adib Ikhsan S	XI-A1	081332135682	SMAN 2 WATES	ON		
3	Adisa05	Adisa Resti Gestasani	XI-A4	085927415882	SMAN 2 WATES	ON		
4	5501	Adji LD	XI-A4	085742000000	SMAN 1 LENDAH	ON		
5	5502	Agik HP	XI-A2	085742000000	SMAN 1 LENDAH	ON		

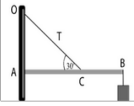
Gambar 16. Tampilan menu input peserta didik

Menu yang paling penting adalah Bank Soal yang terdapat dalam Master Data dan hanya dapat diinput oleh admin. Menu Bank Soal mengharuskan admin menginput soal, jawaban, alasan, kunci jawaban, kode soal, tingkat kesukaran (b), dan tingkat kesukaran kategori skor (b_{ij}) pada form yang sudah disediakan. Selain itu, admin juga diharuskan mengatur waktu dimana soal dapat diakses atau waktu pelaksanaan tes berlangsung. Tampilan input soal dapat dilihat pada Gambar 17.

Input/Edit Soal

SOAL

Batang AB homogen dengan panjang L dan berat 50 N berada dalam keadaan setimbang seperti gambar. Batang ditahan tali OC ($AC = 2/3 L$) yang mampu menahan sampai 400 N dan pada ujung B digantungi beban 100 N . Pernyataan berikut yang benar adalah...



Jawaban

A. Tanpa tali pun sistem akan tetap setimbang.
 B. Tali oc tidak akan putus dimana tegangan sistem < tegangan maksimumnya.
 C. Tali oc akan putus dimana tegangan sistem > tegangan maksimumnya.
 D. Tali oc akan tetap putus walaupun di titik c tidak diberi beban.
 E. Tali oc tidak akan putus dimana tegangan sistem = tegangan maksimumnya.

Kunci Jawaban* B

bi* -0.53
 bi1* -0.1
 bi2* 0.43

Alasan

A. Syarat kesetimbangan sistem tersebut adalah $\sum \tau = 0$ dengan tegangan sistem = 400 N sama dengan tegangan maksimumnya.
 B. Syarat kesetimbangan sistem tersebut adalah $\sum \tau = 0$ dengan tegangan sistem = 425 N lebih besar dari tegangan maksimumnya.
 C. Gaya topan angel lebih besar dibandingkan dengan tegangan tali OC.
 D. Syarat kesetimbangan sistem tersebut adalah $\sum \tau = 0$ dengan tegangan sistem = 375 N lebih kecil daripada tegangan maksimumnya.
 E. Gaya berat batang lebih besar dibandingkan dengan tegangan tali OC.

Kunci Alasan* D

bi3* -0.33
 Kode* 1.2.A

Save Soal

Gambar 17. Tampilan menu input soal

Selain disajikan soal, tes juga menilai minat peserta didik terhadap pelajaran fisika. Minat peserta didik diukur melalui angket yang disajikan setelah peserta tes selesai mengerjakan soal. Menu angket ditampilkan seperti pada Gambar 18.

Input Angket

Pertanyaan* Pertanyaan Angket...

Save

Data Angket

10

Cari Data

No	Pertanyaan	Edit	Delete
1	Pelajaran Fisika Sangat Bermanfaat Bagi Saya		
2	Materi Fisika Sangat Membosankan Untuk Saya Pelajari		
3	Saya Selalu Semangat Untuk Belajar Fisika		
4	Saya Berpartisipasi Dalam Pelajaran Fisika		
5	Saya Sangat Tertarik Mengamati Fenomena Fisika Dalam Kehidupan Sehari-hari		
6	Saya Suka Berkunjung Ke Toko Buku Atau Perpustakaan Untuk Mencari Buku Fisika Sebagai Tambahan Pelajaran		
7	Saya Berusaha Agar Mendapat Nilai Tertinggi Terutama Dalam Pelajaran Fisika		
8	Saya Merasa Optimis Dalam Mengerjakan Pertanyaan Dalam Ujian		
9	Saya Selalu Berusaha Menjawab Pertanyaan Dari Guru Karena Materi Pelajaran Ini Menarik Bagi Saya.		
10	Catatan Pelajaran Fisika Saya Terdapat Coretan-coretan Tentang Hal Yang Penting		

Gambar 18. Tampilan menu input angket

Menu terakhir adalah rekap laporan. Rekap laporan berisi hasil tes seluruh peserta yang telah melaksanakan tes. Rekap laporan disajikan untuk masing-masing sekolah, kelas dan tanggal pelaksanaan tes sehingga admin perlu memilih rekap mana yang akan dilihat. Tampilan menu rekap laporan dapat dilihat pada Gambar 19.

Rekap Laporan Test

Sekolah* MAN 2 WATES

Tanggal* 02 Mei 2019

Kelas* XI-A1

Proses

PRINT

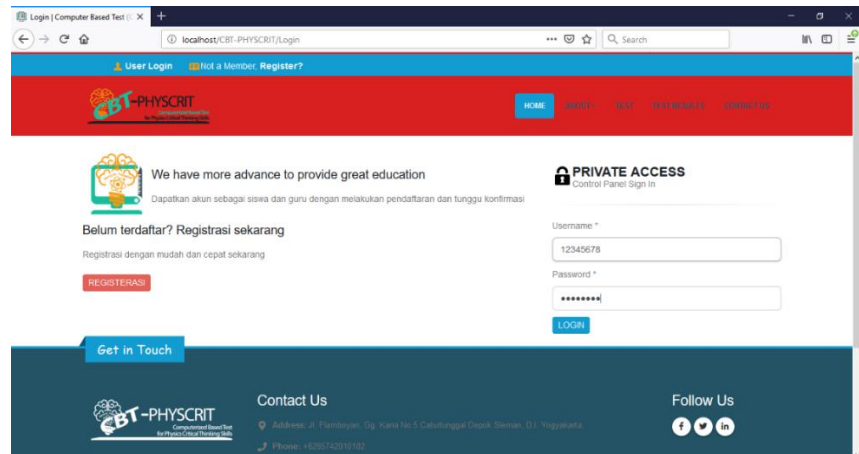
No	NIS	Sekolah	Nama	Kelas	Guru Pengampu	Dikerjakan	Waktu
1	amanda1708	MAN 2 WATES	Amanda Rahma Dani	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	24 : 09
2	andnilia123	MAN 2 WATES	Andri Lia Damayanti	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	24 : 39
3	cb100cc2016	MAN 2 WATES	Muhammad Lutfan Khakim	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	25 : 15
4	dewi_icha24	MAN 2 WATES	Dewi Anisa	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	30 : 35
5	dhessi123	MAN 2 WATES	Desi Nur Hastuti	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	39 : 27
6	diena94	MAN 2 WATES	Diena Shulhu Asysyifa	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	01 : 37
7	ema2772	MAN 2 WATES	Emma Dwi Lestari	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	19 : 04
8	fauzi68	MAN 2 WATES	Fauzi Qomarudin	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	34 : 18
9	lchsan2002	MAN 2 WATES	lchsan Syaifudin	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	27 : 29
10	ifah21	MAN 2 WATES	Choffah Nuri Rosidah	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	13 : 42
11	kenhaq28	MAN 2 WATES	Ken Haq Muhammad	XI-A1	Bu Farida	11 Butir	24 : 46
12	maulanac06	MAN 2 WATES	Maulana Yusuf Chandra	XI-A1	Bu Farida	40 Butir	35 : 09

Gambar 19. Tampilan menu rekap laporan tiap kelas



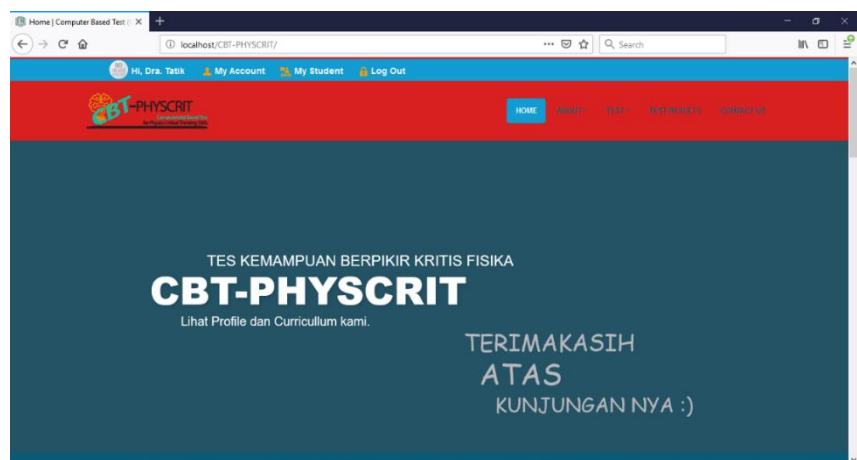
Gambar 20. Tampilan menu rekap laporan tiap individu

Template untuk *user* guru dan peserta didik dibuat berbeda dengan *user* admin. Tampilan guru dan peserta didik relatif hampir sama. Tampilan *home* sekaligus *log in* guru dan peserta didik dapat dilihat pada Gambar 21.



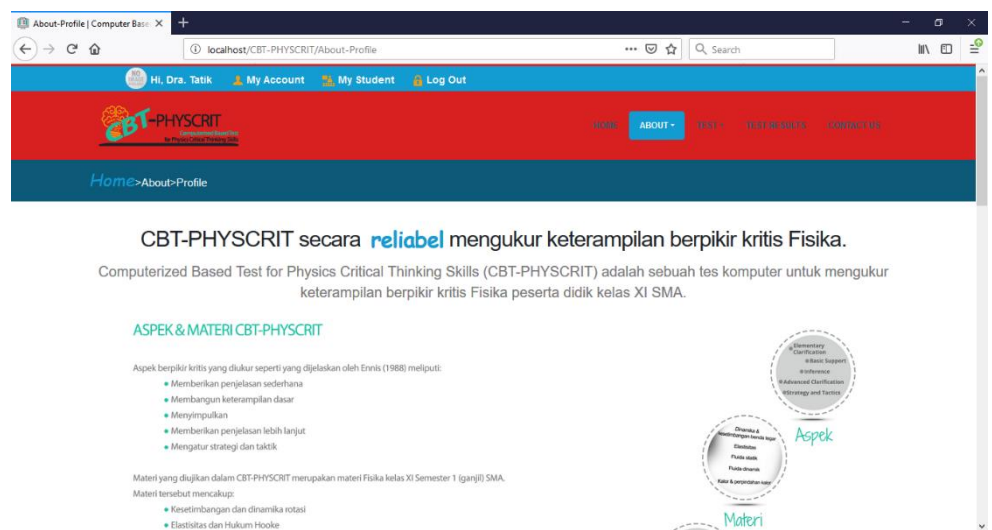
Gambar 21. Tampilan home untuk log in

Setelah *log in* menggunakan *username* dan *password* maka guru atau peserta didik akan masuk ke dalam halaman *home* seperti pada Gambar. Pada halaman *home* terdapat menu *home*, *about*, *test*, *test result* dan *contact us*. Tampilan untuk menu *home* dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Tampilan home

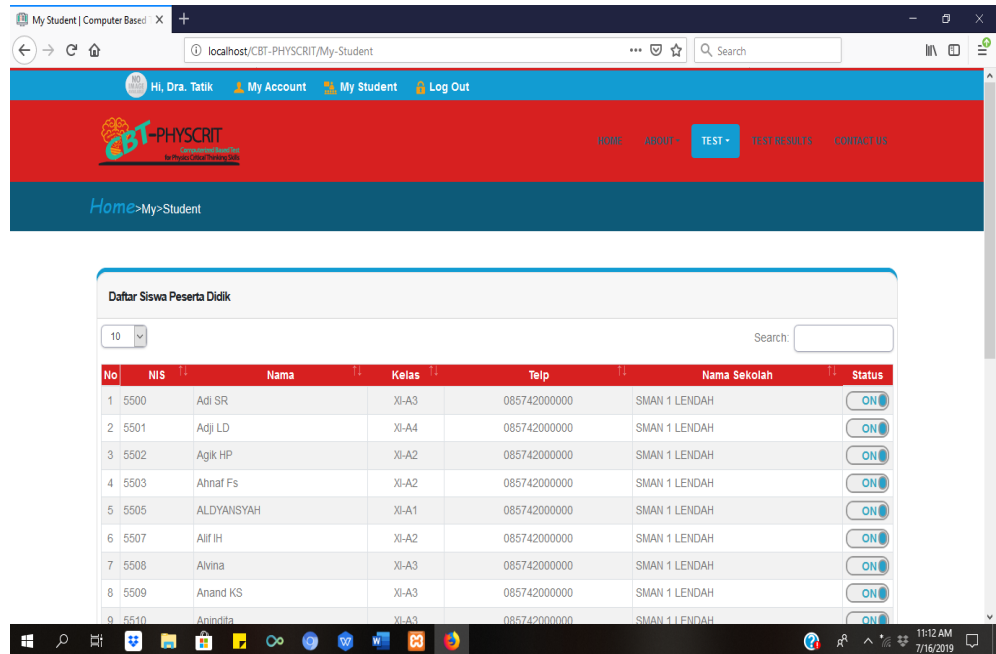
Menu *about* pada tampilan *user* guru dan peserta didik berisi sub menu *profile* dan *curriculum*. Sub menu *curriculum* memudahkan peserta didik untuk mengunduh kisi-kisi soal yang akan disajikan dalam pelaksanaan tes serta ketercapaian kompetensi yang diharapkan. Tampilan menu *about* dapat dilihat pada Gambar 23.



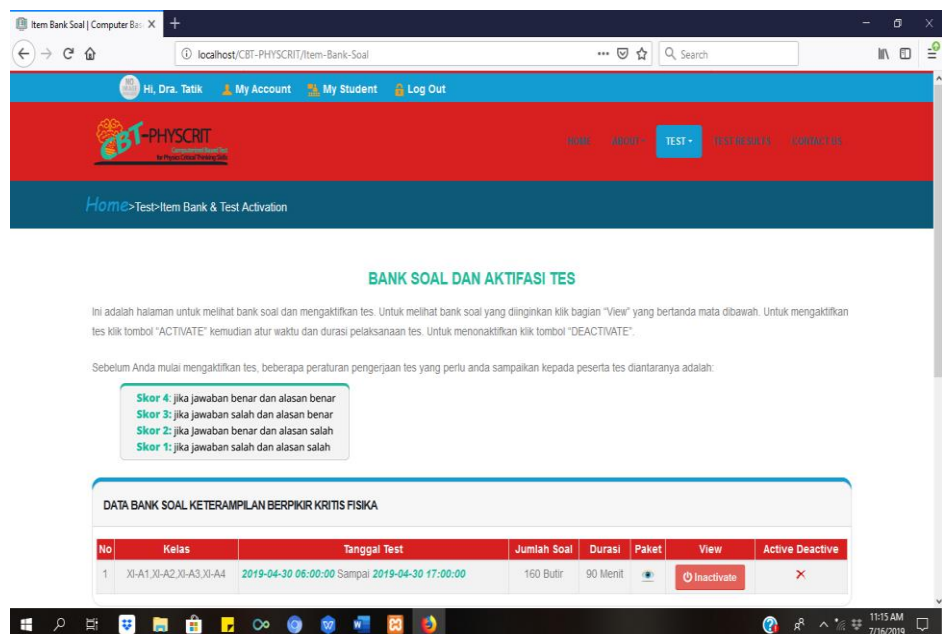
Gambar 23. Menu about

Menu *Test* pada *user* peserta didik dan guru memiliki perbedaan sub menu. *User* peserta didik menu tes tidak memiliki sub menu melainkan langsung terhubung pada tombol navigasi untuk memulai tes. Untuk *user* guru memiliki sub menu *my student* yang berfungsi untuk mengaktifkan peserta didik agar dapat mengikuti tes dan *item bank & test activation* yang berfungsi untuk mengaktifkan soal dengan cara mengatur waktu pelaksanaan sehingga dapat

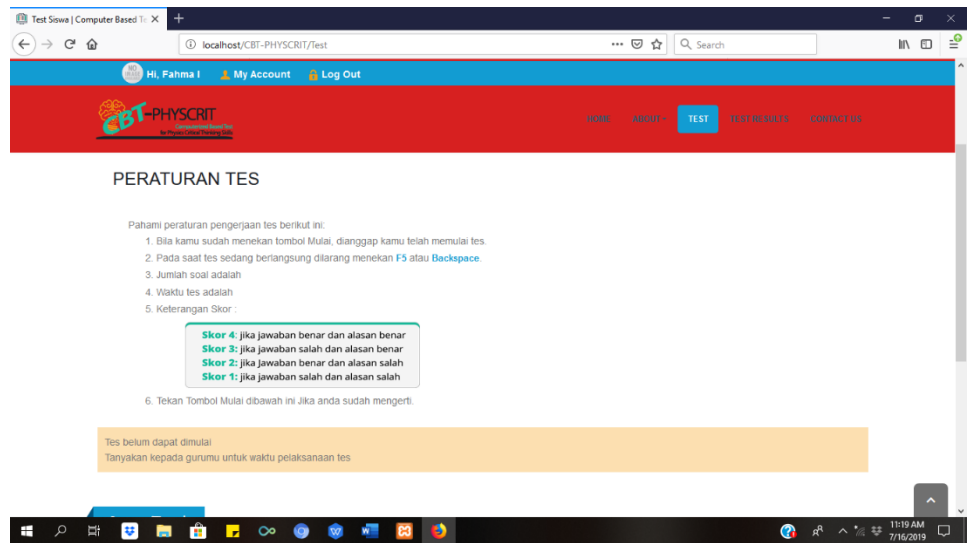
digunakan untuk tes. Tampilan menu *test* pada *user* peserta didik dan *user* guru dapat dilihat pada Gambar 24 dan 26.



Gambar 24. Sub menu My Student pada user Guru

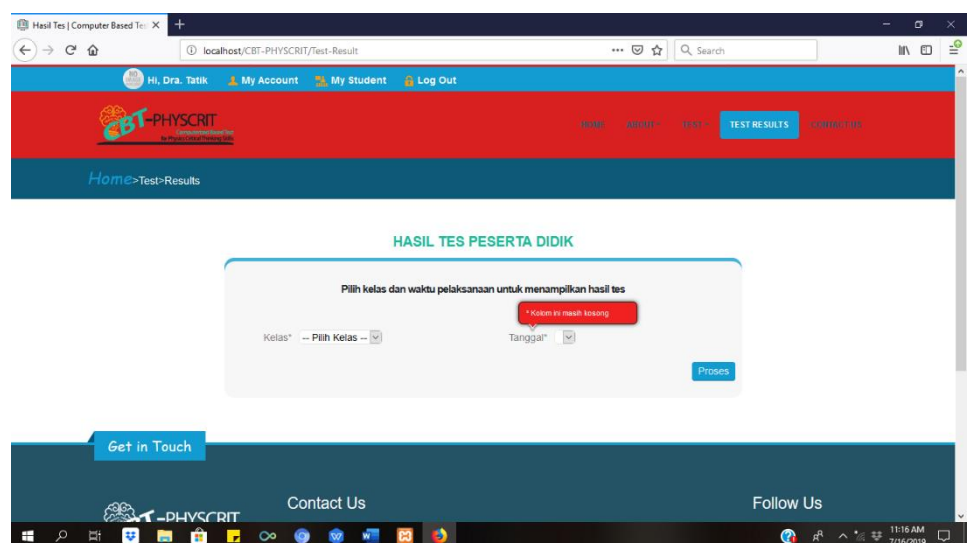


Gambar 25. Sub menu item bank & test activation pada user Guru

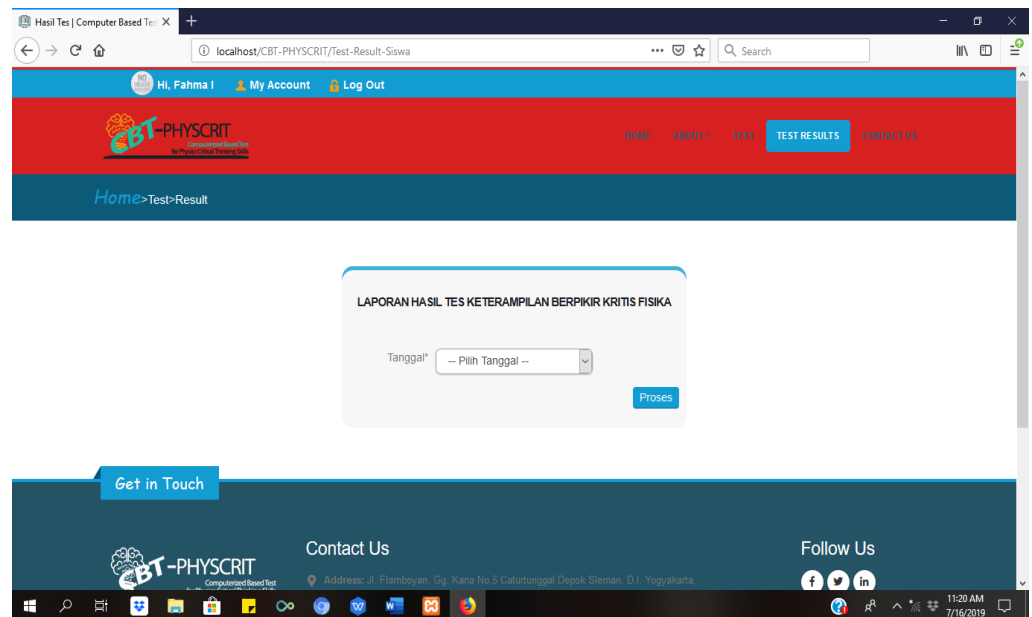


Gambar 26. Menu Test pada user Peserta Didik

Menu *test result* memiliki perbedaan tampilan untuk *user* guru dan peserta didik. *Test result* pada *user* guru berisi daftar rekap tes untuk masing-masing kelas pertanggal pelaksanaan tes seperti pada tampilan *user* admin. *Test result* pada *user* peserta didik berisi rekap tes milik individu yang tampilannya sama dengan tampilan pada *user* admin.



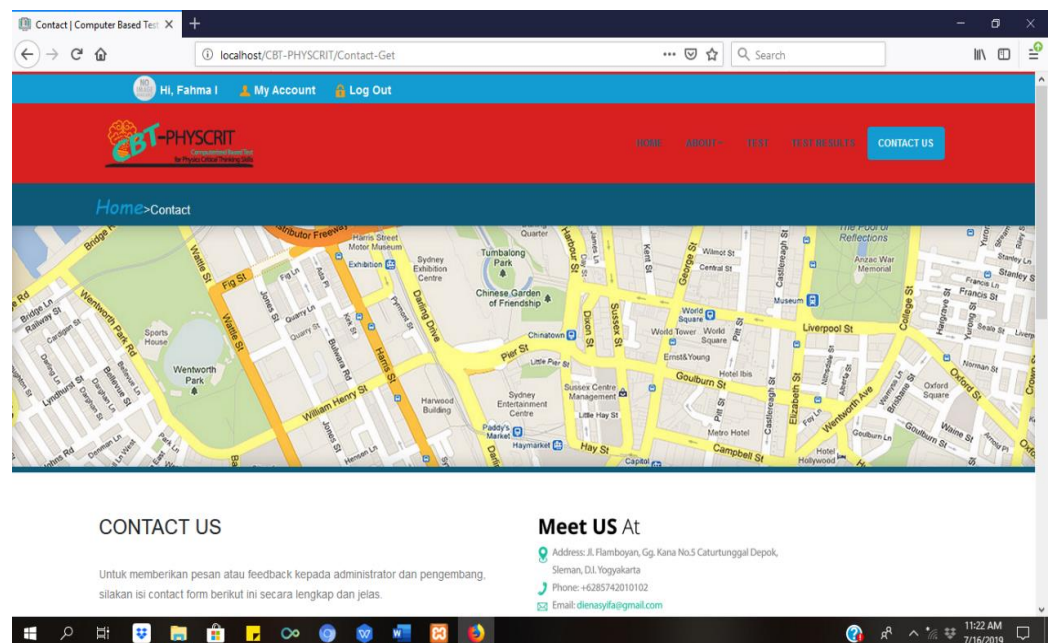
Gambar 27. Menu Test Result pada user Guru



Gambar 28. Menu Test Result pada user Peserta Didik

Menu terakhir adalah *contact us* yang berfungsi untuk mengirim pesan kepada admin. Hal ini dilakukan ketika terjadi masalah teknis terkait pelaksanaan tes.

Tampilan menu *contact us* dapat dilihat pada Gambar 29.



Gambar 29. Menu Contact Us

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Hasil Uji Validitas Konten/Isi oleh Ahli

Uji validitas konten dilakukan untuk mengetahui sejauh mana butir soal dalam bank soal mewakili seluruh aspek kemampuan berpikir kritis fisika. Validitas konten dilakukan dengan melihat hasil penilaian ahli maupun guru yang dilibatkan. Daftar validator konten dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 22. Daftar Validator Konten

No	Nama	Jabatan
1.	Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd	Dosen Pascasarjana UNY
2.	Dr. Kuncoro Asih Nugroho, M.Pd	Dosen Pascasarjana UNY
3.	Sinung Dwijatmoko, S.Pd	Guru fisika, SMAN 1 Wates, Kulonprogo
4.	Dra. Siti Muryani	Guru fisika, SMAN 1 Pengasih
5.	Wahyuni, S.Pd	Guru fisika, SMAN 1 Galur, Kulonprogo

Validator konten menilai bank soal *PhysCriThiS* menggunakan angket lembar validasi pada Lampiran 3.1. Hasil penilaian memperoleh hasil perhitungan koefisien V Aiken untuk masing-masing butir soal. Nilai koefisien V Aiken untuk setiap paket soal dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 23. Nilai Koefisien Aiken's V

Item	Aspek Isi		Aspek Konstruksi		Aspek Bahasa		Total	
	S	V	S	V	S	V	S	V
1	15.00	1.00	13.00	0.87	12.00	0.80	13.33	0.89
2	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
3	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
4	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
5	15.00	1.00	13.00	0.87	13.00	0.87	13.67	0.91
6	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96

Item	Aspek Isi		Aspek Konstruksi		Aspek Bahasa		Total	
	S	V	S	V	S	V	S	V
7	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
8	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
9	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
10	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
11	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
12	15.00	1.00	15.00	1.00	14.00	0.93	14.67	0.98
13	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
14	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
15	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
16	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
17	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
18	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
19	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
20	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
21	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
22	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
23	15.00	1.00	15.00	1.00	14.00	0.93	14.67	0.98
2	13.00	0.87	15.00	1.00	15.00	1.00	14.33	0.96
25	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
26	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
27	15.00	1.00	15.00	1.00	14.00	0.93	14.67	0.98
28	11.00	0.73	15.00	1.00	13.00	0.87	13.00	0.87
29	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
30	11.00	0.73	15.00	1.00	15.00	1.00	13.67	0.91
31	15.00	1.00	15.00	1.00	14.00	0.93	14.67	0.98
32	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
33	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
34	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
35	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
36	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
37	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96
38	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
39	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	1.00
40	15.00	1.00	15.00	1.00	13.00	0.87	14.33	0.96

Berdasarkan hasil Tabel 24., koefisien Aiken's V untuk aspek isi berada pada rentang 0,73-1,00, aspek konstruk berada pada rentang 0,87-1,00 dan aspek bahasa berada pada rentang 0,87-1,00. Keseluruhan nilai koefisien Aiken's V untuk seluruh butir berada pada rentang 0,87 hingga 1,00. Aiken's (1985) menyatakan bahwa butir tes dapat dikatakan valid jika memiliki nilai koefisien lebih dari atau sama dengan ambang batas yang telah ditetapkan. Ambang batas untuk *rater* sebanyak 5 orang dan 4 kategori adalah 0,87. Keseluruhan butir soal dapat dikatakan telah mencakup aspek kemampuan berpikir kritis.

2. Hasil Uji Kelayakan Media

Validasi media dilakukan untuk mengetahui kelayakan media CBT berdasarkan penilaian ahli dengan menggunakan angket lembar validasi. Daftar ahli sebagai penilai kelayakan media dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 24. Daftar Validator Media

No	Nama	Jabatan
1.	Drs. Jaslin Ikhsan, M.AppSc, Ph.D	Dosen Pascasarjana UNY
2.	Sumarni, S.Pd	Guru fisika, SMAN 2 Wates
3.	Farida, S.Pd	Guru fisika, MAN 2 Kulonprogo

Angket lembar penilaian media yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1.4 yang memuat dua aspek penting yakni aspek tampilan dan aspek penggunaan. Hasil penilaian validasi media dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 25. Hasil Validasi Media CBT

Aspek	Skor rata-rata	Kategori
<i>Correctness</i>	1,00	Sangat Baik
<i>Reliabilty</i>	1,00	Sangat Baik
<i>Integrity</i>	1,00	Sangat Baik
<i>Usability</i>	0,89	Sangat Baik
<i>Navigation</i>	0,73	Baik
<i>Interface</i>	0,87	Sangat Baik
Rata-rata	0,91	Sangat Baik

Hasil penilaian masing-masing validator dapat dilihat pada Lampiran 3.2 dengan perumusan kategori penilaian diperoleh berdasarkan kriteria penilaian Widyoko (2013). Berdasarkan perumusan kategori tersebut, skor rata-rata yang diperoleh dari tiga orang validator untuk keseluruhan aspek adalah 0,91 dengan kategori “sangat baik”. Dapat disimpulkan bahwa media CBT dinyatakan memenuhi syarat untuk digunakan.

3. Hasil Uji Coba Terbatas Bank Soal *PhysCriThiS*

Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari soal yang terdiri dari empat paket tes. Masing-masing paket memiliki 40 butir soal diantaranya 8 soal sebagai *anchor* item. Tes uji terbatas dilakukan di dua SMA di kabupaten Kulonprogo. Daftar SMA dan jumlah peserta uji terbatas dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 26. Daftar Sekolah Uji Coba Terbatas

Sekolah	Jumlah Peserta Tes
SMAN 1 Wates	128
SMAN 1 Pengasih	121

Seluruh responden mengerjakan soal pada lembar jawaban yang telah disediakan. Penskoran untuk hasil tes dilakukan menggunakan pedoman

penskoran pada Lampiran 2.11. Skor yang diperoleh kemudian ditabulasi dan dilakukan analisis karakteristik butir menggunakan program *QUEST* dan *PARSCALE*. Karakteristik yang dimaksud terkait validitas empiris, reliabilitas skor dan tingkat kesukaran butir.

a. Validitas empiris (kecocokan butir dengan model)

Validitas empiris soal ditentukan berdasarkan kecocokan butir (*goodness of fit*) terhadap model *Partial Credit Model* (PCM). Kecocokan responden (testi) terhadap model dilakukan untuk menunjukkan hubungan antara jawaban responden dengan tingkat kemampuan terhadap kesulitan butir soal. Hal ini dilakukan agar diperoleh kurva karakteristik butir (Rosana, 2015:135). *Goodness of fit* didasarkan oleh *output* program Quest dengan melihat besar nilai rata-rata INFIT *Mean of Square* (INFIT MNSQ) beserta simpangan bakunya (INFIT Mean of INFIT t). Hasil estimasi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 28.

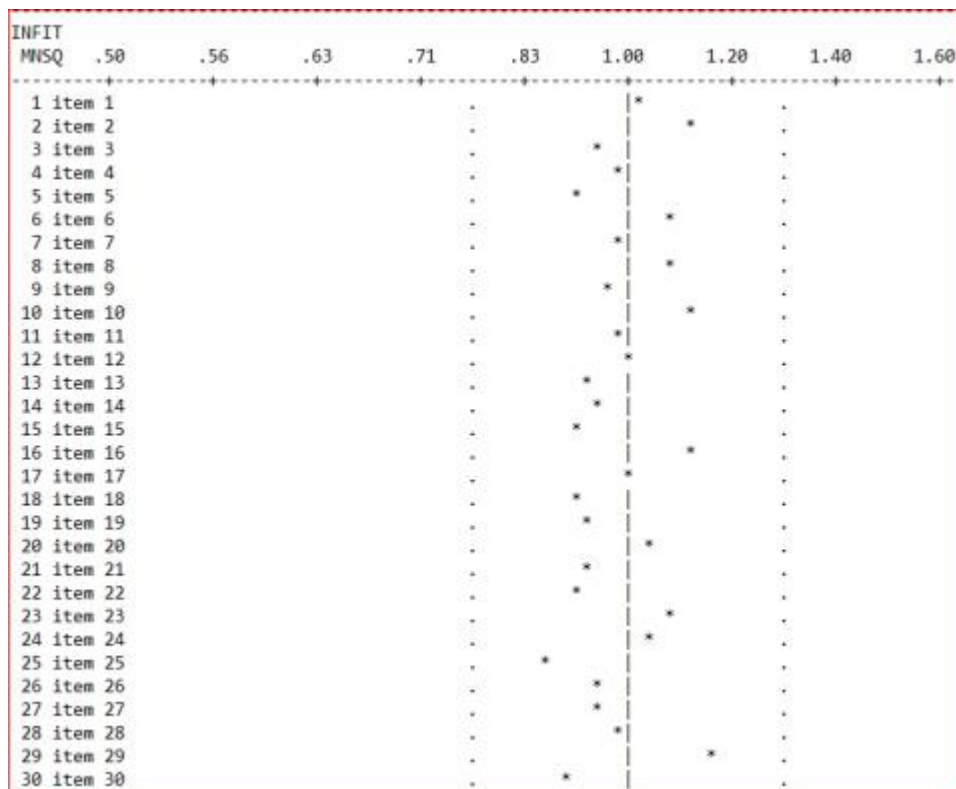
Tabel 27. Hasil Estimasi Item dan Estimasi Testi

No	Item Parameter	Estimasi Item	Estimasi Testi
1	Nilai rerata dan simpangan baku INFIT MNSQ	1.00 ± 0.08	0.99 ± 0.15
2	Nilai rerata dan simpangan baku INFIT t	0.01 ± 0.59	0.02 ± 0.82
3	Item atau testi skor <i>zero</i>	0	0
4	Item atau testi skor <i>perfect</i>	0	0

Tabel 28. menunjukkan bahwa nilai rerata INFIT MNSQ untuk estimasi item 1,00 dengan simpangan baku 0,08 dan estimasi testi 0,99 dengan

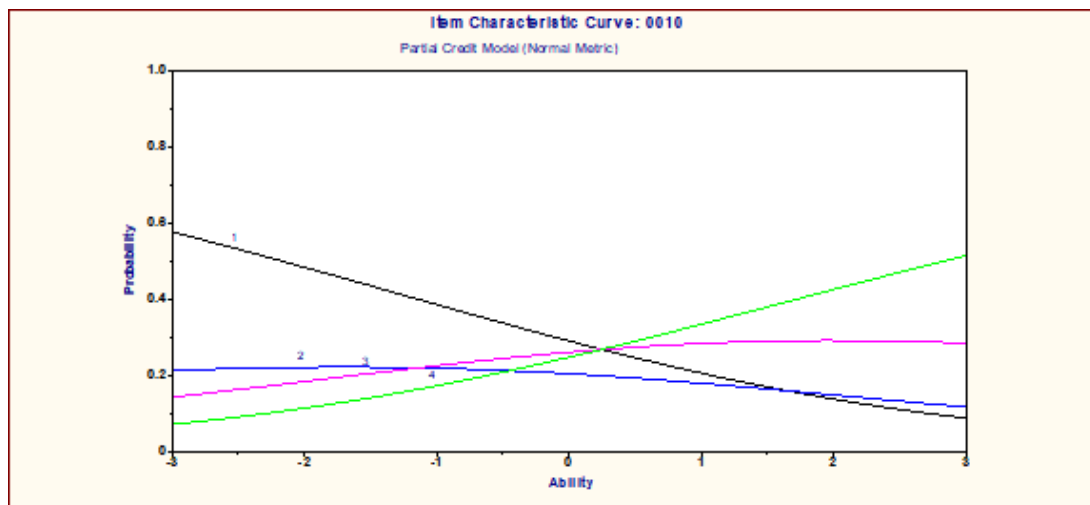
simpangan baku 0,15, sedangkan nilai rerata INFIT t item 0,01 dengan simpangan baku 0,59 dan testi 0,02 dengan simpangan baku 0,82. Selain itu tidak ada responden yang mendapatkan skor 0 (nol) maupun skor sempurna sehingga tidak ada sejumlah responden yang dibuang. Menurut Adam & Khoo (1996: 30), item lolos dalam pengujian *goodness of fit* apabila nilai rerata INFIT MNSQ sekitar 1,0 dan simpangan bakunya 0,0 atau rerata INFIT t mendekati 0,0 dan simpangan bakunya 1,0, maka keseluruhan tes cocok dengan model. Suatu item atau testi dinyatakan fit dengan model dengan batas kisaran INFIT MNSQ dari 0,77 sampai 1,30 (Hambleton & Swaminathan, 1985: 36). Berdasarkan ketetapan Adam&Khoo dan Hambleton, keseluruhan item tes cocok dengan model PCM.

Kecocokan masing-masing item tes dengan model juga dapat dilihat dari *output* Quest dengan melihat nilai INFIT MNSQ pada Lampiran 3.3. Hasil menunjukkan bahwa masing-masing butir memiliki nilai INFIT MNSQ pada interval 0,83-1,2. Hasil tersebut sesuai dengan batas kecocokan item menurut Adam&Khoo (1996:30) yaitu jika item memiliki nilai INFIT MNSQ dalam interval 0,77-1,30. Interval nilai batas tersebut digambarkan sebagai titik-titik yang membentuk dua garis batas dan item dikatakan cocok jika berada diantara dua garis tersebut (Subali, 2016). Persebaran nilai INFIT MNSQ beberapa item dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 30. Sebaran Nilai INFIT MNSQ untuk item 1-30

Pengujian kecocokan item dan testi terhadap model perlu dilakukan secara bersamaan menggunakan program PARSCALE. Kecocokan item dan testi terhadap model diketahui berdasarkan *Item Curva Characteristic* (ICC) (Nurcahyo, 2016). Contoh hasil analisis ICC menggunakan PARSCALE dapat dilihat pada Gambar 31.



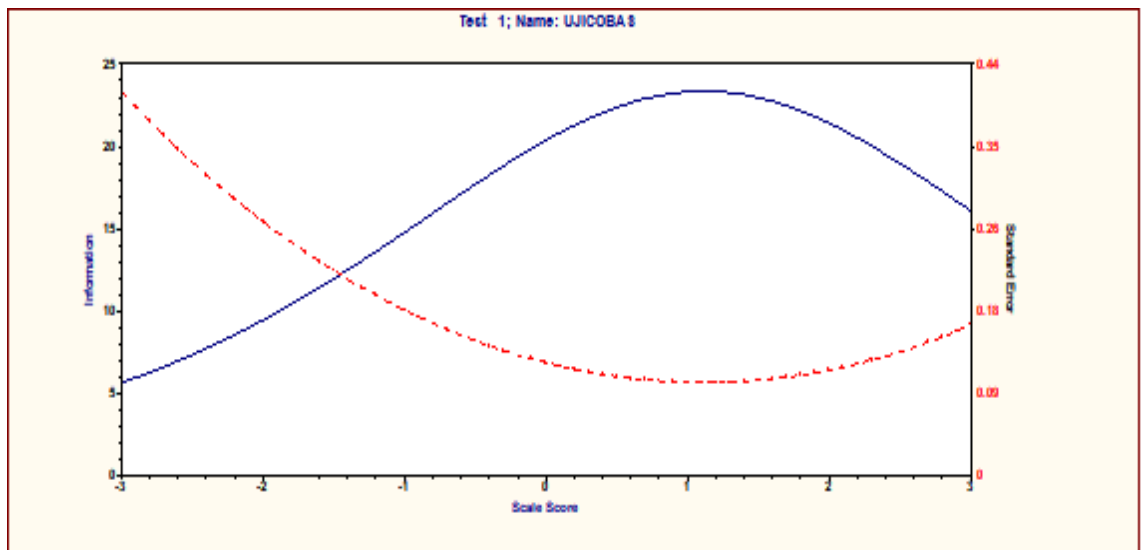
Gambar 31. Kurva karakteristik item ke 10 (2A)

Kurva pada Gambar 31. menunjukkan hubungan peluang menjawab masing-masing kategori dengan *ability* peserta tes. Peserta dengan kemampuan (θ) = -3 memiliki peluang terbesar memperoleh kategori satu, peserta dengan kemampuan (θ) = -2 memiliki peluang terbesar memperoleh kategori dua, peserta dengan kemampuan (θ) = 1,5 memiliki peluang terbesar memperoleh kategori tiga dan peserta dengan kemampuan (θ) = 3 memiliki peluang terbesar memperoleh kategori empat. Hal ini sesuai dengan kriteria oleh Retnawati (2016:124) bahwa diperlukan tingkat kemampuan yang besar untuk mencapai tingkat kesukaran butir (tiap kategori) yang semakin besar pula. Berdasarkan analisis INFIT MNSQ dan ICC yang dilakukan, dapat dikatakan bahwa seluruh item telah cocok dengan model yang digunakan sehingga Bank Soal *PhysCriThiS* dinyatakan valid sebagai alat ukur.

b. Reliabilitas Skor

Skor tes dikatakan reliabel jika hasil pengukuran mendekati keadaan peserta tes yang sebenarnya (Retnawati, 2016:84). Reliabilitas yang

dimaksud adalah reliabilitas skor yang dihasilkan oleh tes *PhysCriThiS*. Untuk mengetahui butir tes yang dikembangkan reliabel untuk beberapa kemampuan dapat dilihat pada grafik hubungan fungsi informasi dan *Standard Error of Measurement* (SEM) (Mardapi, 2012:220). Grafik hubungan fungsi informasi total dan SEM dihasilkan menggunakan program PARSCALE seperti pada Gambar 32.



Gambar 32. Kurva Hubungan Fungsi Informasi dan SEM

Kurva hubungan fungsi informasi dan SEM yang didapatkan saling berbanding terbalik. Hambleton (1991:94) menyatakan bahwa semakin tinggi SEM maka akan diperoleh fungsi informasi yang semakin rendah, begitu pula sebaliknya. Perpotongan kurva pada Gambar 30. menunjukkan kecocokan tes yang dikembangkan untuk peserta dengan kemampuan $(\theta) \geq -1,4$, sehingga dapat dikatakan tes *PhysCriThiS* cocok digunakan sebagai tes pada peserta

didik yang memiliki kemampuan rendah ($\theta = -1,4$) hingga tinggi ($\theta > 3,00$).

c. Tingkat kesukaran butir

Tingkat kesukaran butir (b_i) diperoleh melalui analisis menggunakan program Quest. Tingkat kesukaran butir dapat digolongkan dalam kategori mudah, sedang dan sukar. Tingkat kesukaran untuk masing-masing item terdapat pada Lampiran 3.3. Menurut Allen & Yen (1979: 121), pembagian besarnya indeks kesukaran adalah sebagai berikut; soal dengan indeks kesukaran 0,00 sampai 0,30 adalah soal sukar, soal dengan indeks kesukaran 0,31 sampai 0,70 adalah soal sedang, soal dengan indeks kesukaran 0,71 sampai 1,00 adalah soal mudah.

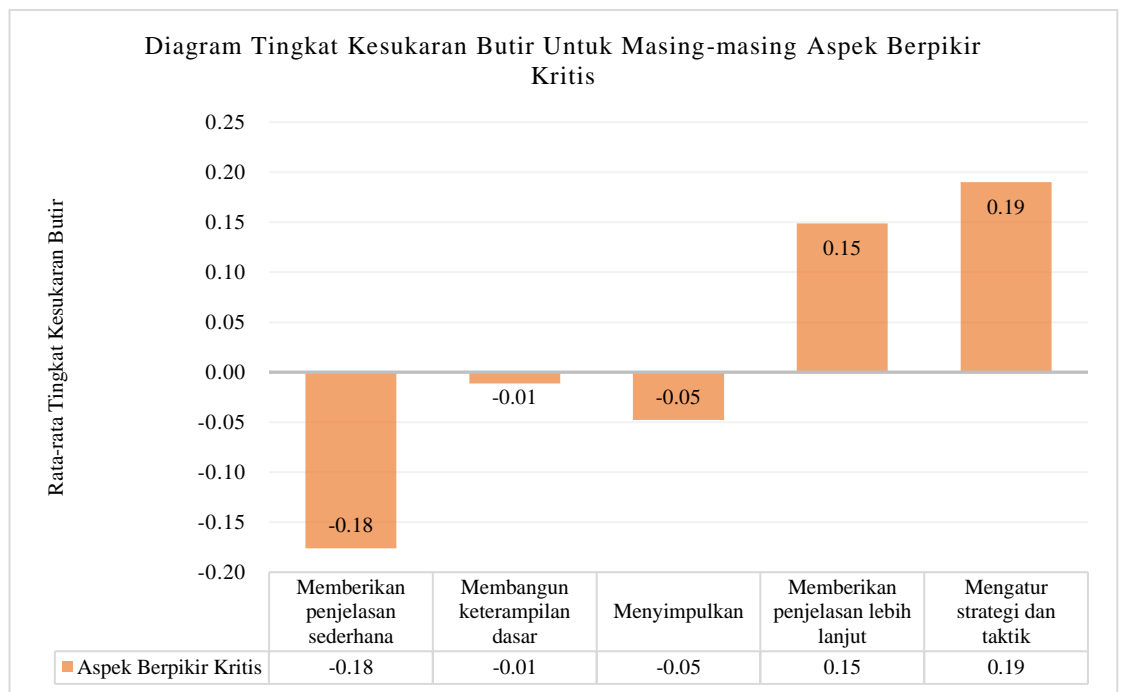
Tingkat kesukaran dari 136 butir soal PhysCriThiS berada pada rentang -1,16 hingga 0,77. Item tes dikatakan baik jika memiliki nilai $-2 \leq b_i \leq 2$ (Hambleton & Swaminathan, 1985:107) sehingga seluruh item tes PhysCriThiS tergolong baik. Analisis tingkat kesukaran dimaksudkan untuk mengetahui apakah soal tersebut tergolong mudah atau sukar. Tabel 29 menyajikan item soal dan kategori tingkat kesukaran yang dimiliki.

Tabel 28. Kategori Tingkat Kesukaran Item

Termudah				Tersukar		
kode soal	No. Item	B		kode soal	No. Item	b
5.1.C	32C	0.77		2.4.B	4B	-1.16
5.5.C	24C	0.73		1.9.D	1D	-0.87
2.8.C	12C	0.69		1.1.A	1A	-0.86
4.4.B	23B	0.62		1.6.C	2C	-0.85
2.3.A	11A	0.61		1.5.A	17A	-0.74
4.1.C	31C	0.57		2.4.A	12A	-0.65

Termudah				Tersukar		
kode soal	No. Item	B		kode soal	No. Item	b
1.8.A	26A	0.5		3.2.D	14D	-0.54
1.6.A	18A	0.48		1.2.A	2A	-0.53
5.3.B	16B	0.47		3.4.D	22D	-0.52
5.1.B	40B	0.45		4.1.A	7A	-0.51

Tingkat kesukaran adalah nilai yang menunjukkan sukar dan mudah suatu butir tes (Arikunto, 1999:207). Tingkat kesukaran item pada masing-masing aspek dan sub aspek dapat dilihat pada Gambar 33.



Gambar 33. Tingkat Kesukaran Butir Masing-masing Aspek Berpikir Kritis

Diagram pada Gambar 33. menunjukkan bahwa aspek dengan rata-rata tingkat kesukaran item terendah secara berurutan adalah aspek ‘Memberikan penjelasan sederhana’, ‘menyimpulkan’, membangun keterampilan dasar’, ‘memberikan penjelasan lebih lanjut’ dan ‘mengatur

strategi dan taktik'. Hasil ini sedikit berbeda dengan jenjang keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (1985:45) bahwa tingkat keterampilan berpikir kritis yang termudah hingga tersukar adalah *elementary clarification*, *basic support*, *interference*, *advance clarification* serta *strategy and tactics*. Perbedaan hasil ini menunjukkan peserta didik mengalami kesulitan dalam 'menyimpulkan' daripada 'membangun keterampilan dasar'. Berdasarkan analisis ini dapat diketahui rata-rata tingkat kesukaran butir secara keseluruhan adalah 0,0 dengan simpangan baku 0,34.

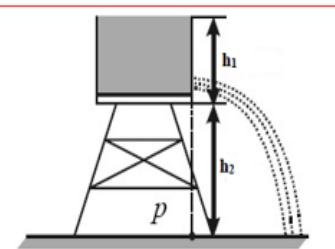
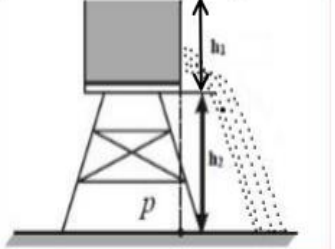
C. Revisi Produk

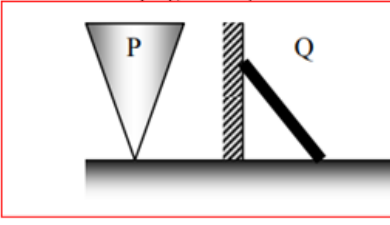
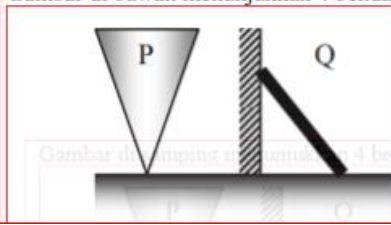
Produk yang telah dikembangkan kemudian dievaluasi dan dilakukan perbaikan sesuai hasil validasi oleh ahli maupun uji coba terbatas tes. Berikut ini adalah revisi yang telah dilakukan terhadap produk bank soal dan program CBT.

1. Revisi Bank Soal

Bank soal yang dihasilkan terdiri dari empat paket tes (A, B, C dan D). Masing-masing paket berisi 40 butir dengan 8 butir diantaranya sebagai *anchor item* sehingga bank soal secara keseluruhan terdiri atas 136 butir soal. Keseluruhan butir soal telah dilakukan uji validitas konten oleh dosen Pascasarjana UNY sebagai ahli materi dan oleh tiga orang guru fisika di kabupaten Kulonprogo sebagai praktisi. Hasil uji validitas bank soal memuat masukan oleh validator sehingga dilakukan revisi seperti pada Tabel 30.

Tabel 29. Revisi Bank Soal

No	Butir soal	Masukan	Sebelum revisi	Setelah revisi
1.	5	Belum sesuai indikator penggunaan istilah bidang dan benda homogen	Disajikan gambar bidang homogen, peserta didik menganalisis titik berat benda	Disajikan gambar benda homogen, peserta didik menganalisis titik berat benda
2.	8	Disesuaikan penggunaan istilah percepatan dan besar percepatan	Disajikan system katrol, peserta didik merumuskan alternatif percepatan system yang dialami katrol	Disajikan system katrol, peserta didik merumuskan alternatif besar percepatan system yang dialami katrol
3.	9	Bedakan istilah gaya dan beban	Disajikan gambar susunan pegas, peserta didik mengidentifikasi gaya yang bekerja pada susunan pegas tertentu ketika diberi beban.	Disajikan gambar susunan pegas, peserta didik mengidentifikasi gaya yang bekerja pada susunan pegas tertentu ketika diberi beban.
4.	27	Gambar aliran air perlu diperbaiki	<p>Sebuah reservoir mengalami kebocoran pada b diperoleh hasil sebagai berikut.</p> 	<p>Sebuah reservoir mengalami kebocoran pada p diperiksa diperoleh hasil sebagai berikut.</p> 
5.	28	Disesuaikan dengan indikator	Disajikan peristiwa, peserta didik menentukan kecepatan aliran keran	Disajikan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik menentukan selang waktu yang berhubungan dengan laju volume air.
6.	30	Disesuaikan dengan indikator	Disajikan gambar venturimeter dengan tiga buah lubang, peserta didik menyimpulkan kenaikan air tertinggi.	Disajikan gambar venturimeter dengan tiga buah lubang, peserta didik menyimpulkan hubungan kecepatan aliran dan tekanan udaranya.

7.	-	Pilihan jawaban untuk beberapa soal harus diurutkan dari angka terkecil hingga besar.	<p>Secara umum letak titik berat suatu benda ber- tersebut. Sebuah kubus dengan Panjang sisi 2 susunan benda tersebut terhadap alas kubus a</p> <p>A. $\frac{17}{11}$ B. $\frac{17}{12}$ C. $\frac{12}{17}$ D. 1,7 E. 1,3</p>	<p>Secara umum letak titik berat suatu benda be- tersebut. Sebuah kubus dengan Panjang sisi susunan benda tersebut terhadap alas kubus :</p> <p>A. 1,7 B. $\frac{17}{11}$ C. $\frac{12}{17}$ D. $\frac{17}{12}$ E. 1,3</p>
8.	-	Perhatikan perintah soal “disamping” dan “dibawah” untuk soal yang terdapat ilustrasi.	<p>Gambar di samping menunjukkan 4 benda</p> 	<p>Gambar di bawah menunjukkan 4 benda</p> 

Hasil dari revisi berdasarkan masukan ahli diperoleh empat paket tes yang siap untuk diuji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan untuk mengeliminasi butir soal yang tidak *fit* dengan model, oleh Sumintono & Widhiarso (2015) dikatakan bahwa butir tes yang tidak *fit* harus dihapus. Hasil dari uji coba terbatas yang telah dibahas pada sub bab hasil uji coba produk menunjukkan bahwa semua butir soal cocok dengan model sehingga tidak ada butir yang dieliminasi. Bank soal yang telah direvisi dan dilakukan uji coba terbatas kemudian diinput ke dalam media CBT.

2. Revisi Media CBT

Desain awal media CBT yang dikembangkan terdiri dari tiga tampilan utama yaitu tampilan *user admin*, guru dan peserta tes. Desain dilakukan uji validasi media oleh dosen Pascasarjana UNY sebagai ahli media dan oleh tiga orang guru fisika di kabupaten Kulonprogo sebagai praktisi.

Hasil dari uji validasi media memuat masukan dan saran oleh validator sehingga dilakukan revisi seperti pada Tabel 31.

Tabel 30. Revisi Media CBT-PhysCriThiS

No	Masukan	Setelah Revisi
1.	Jenis, size dan warna huruf untuk setiap tingkatan menu/sub menu belum konsisten	Menyesuaikan ukuran, jenis dan warna huruf di masing-masing menu/sub menu
2.	Tampilan web <i>layout</i> terlalu minimalis	Menambah tampilan <i>layout</i> web
3.	Perlu menambahkan fasilitas acak paket/item soal	Penyajian soal untuk masing-masing peserta didik secara acak baik paket maupun item soal dengan tingkat kesukaran yang berbeda-beda

Setelah melakukan revisi pada media CBT selanjutnya adalah menginput Bank soal yang sudah direvisi. Hasil penginputan ini menghasilkan program CBT-PhysCriThiS yang siap di implementasikan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis sekaligus mengetahui respon peserta didik. Respon peserta didik terhadap suatu produk menunjukkan hal-hal yang harus diperbaiki (Azwar, 2015). Hasil dari analisis respon peserta didik terhadap program CBT-PhysCriThiS terendah pada aspek bahasa. Oleh karena itu, evaluasi dilakukan terhadap redaksi soal secara keseluruhan.

D. Implementasi Produk

1. Hasil Implementasi *Paper-based Test* (PhysCriThiS)

Implementasi *Paper-based test* (PBT) dilakukan setelah Bank soal PhysCriThiS divalidasi oleh ahli maupun empiris. PBT menghasilkan pemetaan kemampuan berpikir kritis dan respon peserta didik. Sama halnya dengan ujicoba empiris, PBT memiliki empat paket soal dengan masing-masing paket memiliki 40 butir soal diantaranya 8 soal sebagai *anchor item*. Tes PBT dilakukan di empat SMA di kabupaten Kulonprogo. Daftar SMA dan jumlah peserta implementasi PBT dapat dilihat pada Tabel 32.

Tabel 31. Daftar Sekolah Implementasi Paper-based Test

Sekolah	Jumlah Peserta Tes
MAN 1 KULONPROGO	77
SMAN 1 SENTOLO	52
SMAN 1 GALUR	32
SMAN 1 GIRIMULYO	46

b. Hasil pemetaan kemampuan berpikir kritis fisika

Peserta didik kelas XI diperoleh dari empat SMA dengan kriteria sekolah rendah, sedang dan tinggi dengan penentuan kriteria berdasarkan hasil nilai UN tahun 2018 yang dikeluarkan oleh Kemendikbud (2018). Jumlah peserta didik yang digunakan sebanyak 207 yang terdiri dari 52 berasal dari SMAN 1 Sentolo, 32 berasal dari SMAN 1 Galur, 46 berasal

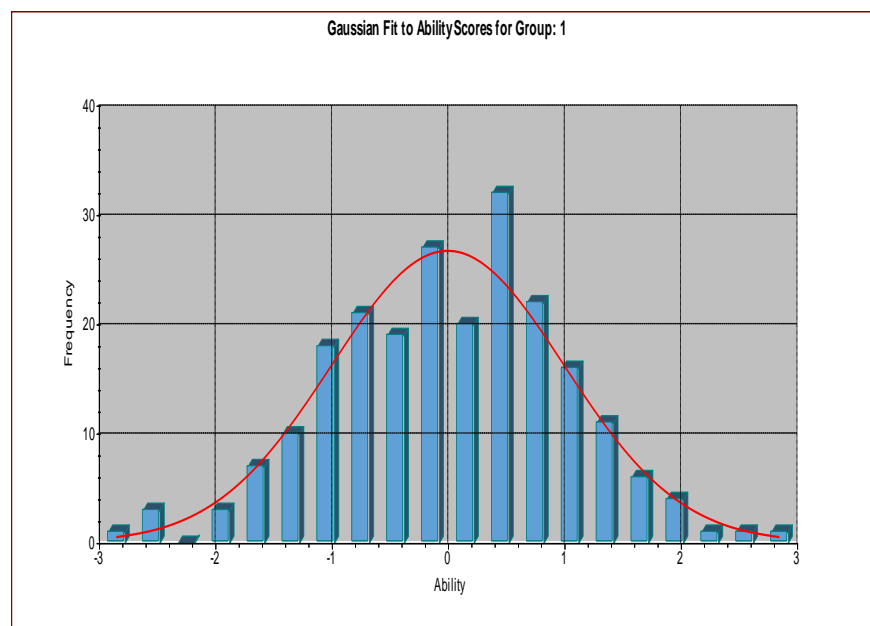
dari SMAN 1 Girimulyo dan sebanyak 77 berasal dari MAN 1 Kulonprogo. Pengukuran dilakukan menggunakan soal yang diambil dari Bank Soal PhysCriThiS.

Adapun deskripsi data hasil pengukuran kemampuan berpikir kritis peserta didi dapat dilihat pada Tabel 33.

Tabel 32. Deskripsi Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

N	θ_{ideal} minimal	θ_{ideal} maksimal	θ_{real} minimal	θ_{real} maksimal	Rata-rata	Standar Deviasi
207	-3	3	-3,32	2,78	0,000	1,00

Distribusi kemampuan berpikir kritis dalam interval θ_{ideal} maksimal dan θ_{ideal} minimal dapat dilihat pada Gambar 34.



Gambar 34. Frekuensi kemampuan berpikir kritis diukur menggunakan PBT

Hasil penilaian kemampuan berpikir kritis kemudian dikelompokkan ke dalam kategori dari “sangat rendah” hingga “sangat tinggi” berdasarkan

rata-rata skor ideal dan standar deviasi ideal. Adapun hasil kategorisasi kemampuan berpikir kritis peserta berdasarkan sekolah dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 33. Hasil Kategori Kemampuan Berpikir Kritis Menggunakan PBT

Interval Kemampuan	Kategori	SMAN 1 Galur (%)		SMAN 1 Girimulyo (%)		SMAN 1 Sentolo (%)		MAN 1 Kulon Progo (%)	
$\theta < -1,80$	Sangat Rendah	3	9,09	2	4,17	0	0	3	4,05
$-1,80 < \theta \leq -0,78$	Rendah	7	21,22	5	10,42	11	21,57	13	17,57
$-0,78 < \theta \leq 0,24$	Sedang	14	42,43	14	29,17	14	27,45	30	40,54
$0,24 < \theta \leq 1,26$	Tinggi	6	18,19	21	43,75	20	39,21	23	31,08
$1,26 < \theta$	Sangat Tinggi	3	9,09	6	12,5	6	11,76	5	6,76
Rata-rata θ		-0,36		0,20		0,12		-0,05	

Hasil kategorisasi untuk masing-masing sekolah menunjukkan bahwa peserta didik dengan kemampuan “sangat tinggi” tersebar paling banyak di SMAN 1 Girimulyo dan SMAN 1 Sentolo, sedangkan peserta didik berkemampuan “sangat rendah” paling banyak tersebar di SMAN 1 Galur dan MAN 1 Kulonprogo.

Jika hasil kategorisasi antar sekolah dibandingkan maka akan menunjukkan pemetaan kemampuan bahwa urutan sekolah dari rata-rata terendah hingga tertinggi adalah SMAN 1 Galur, MAN 1 Kulonprogo, SMAN 1 Sentolo dan SMAN 1 Girimulyo. Hal ini kurang sesuai dengan kriteria hasil nilai UN kemendikbud tahun 2018 bahwa sekolah SMAN 1 Girimulyo masuk dalam kategori *grade* UN rendah. Proses penilaian secara konvensional memiliki keterbatasan mengukur hasil belajar siswa dalam proses pembelajaran (Cisar, 2010). Berdasarkan hal ini dapat

dikatakan ada beberapa faktor yang membuat hasil PBT menunjukkan pemetaan yang kurang sesuai yaitu adanya praktik kecurangan peserta didik dalam menjawab soal. Hal ini disampaikan oleh Sindre & Vegendla (2015) bahwa set pertanyaan PBT cenderung identik untuk semua peserta ujian membuat kecurangan kolaboratif jauh lebih mudah, karena cukup untuk mengkomunikasikan jawabannya.

c. Hasil minat peserta didik

Jumlah peserta didik yang digunakan sebanyak 207 yang terdiri dari 52 berasal dari SMAN 1 Sentolo, 32 berasal dari SMAN 1 Galur, 46 berasal dari SMAN 1 Girimulyo dan sebanyak 77 berasal dari MAN 1 Kulonprogo. Pengukuran minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika dilakukan menggunakan angket yang telah di validasi oleh ahli.

Hasil minat peserta didik yang diperoleh berdasarkan analisis pemetaan minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika dapat dilihat pada Tabel 35.

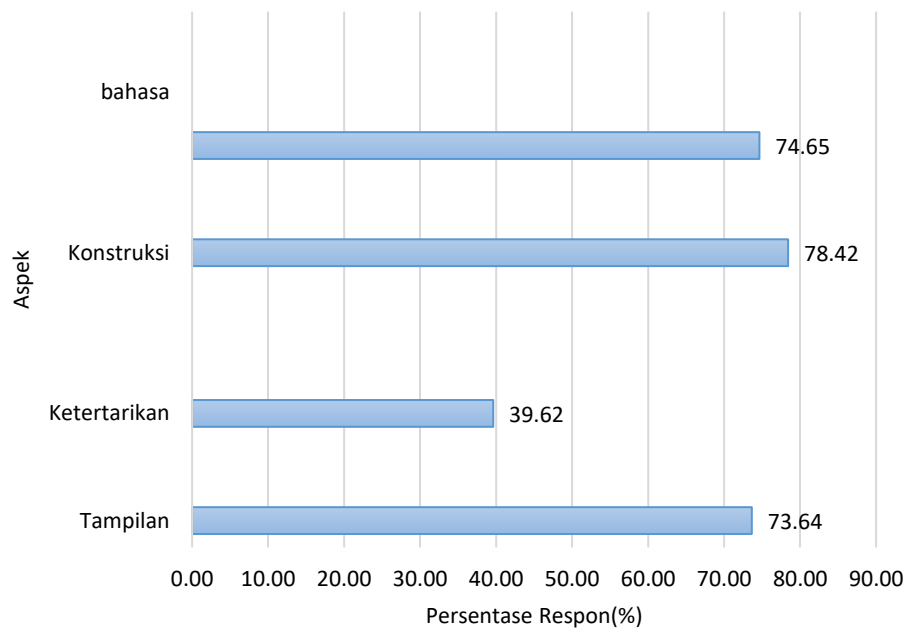
Tabel 34. Hasil Analisis Minat Peserta Didik pada *Paper-based Test*

No	Kategori Minat	MAN 1 Kulonprogo (%)		SMAN 1 Sentolo (%)		SMAN 1 Galur (%)		SMAN 1 Girimulyo (%)	
1	Sangat Tinggi	26	12.26	26	12.26	22	12.73	43	20.28
2	Tinggi	45	21.22	24	11.32	10	4.72	3	1.42
3	Sedang	6	2.83	2	0.94	0	0	0	0
4	Rendah	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Sangat Rendah	0	0	0	0	0	0	0	0
Perbandingan		77	36.31	52	24.52	32	17.45	46	21.7

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa urutan minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika dari rata-rata minat terendah hingga tertinggi adalah SMAN 1 Galur, SMAN 1 Girimulyo, SMAN 1 Sentolo dan MAN 1 Kulonprogo. Hal ini sesuai dengan kriteria hasil nilai UN kemendikbud tahun 2018 bahwa SMAN 1 Sentolo dan MAN 1 Kulonprogo termasuk dalam kategori hasil UN fisika “sedang” yang lebih baik daripada SMAN 1 Galur dan SMAN 1 Girimulyo.

d. Hasil respon peserta didik

Respon peserta didik diukur menggunakan angket efektivitas peserta yang terdiri dari aspek tampilan, keberfungsian penggunaan, konstruksi tes dan bahasa. Hasil yang diperoleh berdasarkan analisis respon peserta didik terhadap pelaksanaan tes model PBT dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 35. Respon Peserta didik terhadap Paper-based Test

Aspek tampilan mendapat respon sebesar 73,64%, aspek ketertarikan 39,62%, aspek konstruksi 78,42%, dan aspek bahasa 74,65%. Respon siswa atas tes merupakan perilaku yang ingin diketahui dari penyelenggaraan tes (Purwanto, 2009:65). Secara keseluruhan rata-rata respon yang diperoleh adalah 66,58%.

2. Hasil Uji *Computer-based Test* (CBT-PhysCriThiS)

Kegiatan penginputan butir soal ke dalam media CBT-PhysCriThiS dilakukan setelah Bank Soal (PhysCriThiS) divalidasi oleh ahli maupun empiris. CBT-PhysCriThiS ini kemudian digunakan sebagai alat ukur kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik sehingga diperoleh hasil berupa pemetaan keterampilan berpikir kritis fisika dengan respon peserta didik. Tes CBT dilakukan di tiga SMA di Kabupaten Kulonprogo. Daftar SMA dan jumlah peserta implementasi CBT dapat dilihat pada Tabel 36.

Tabel 35. Daftar Sekolah Implementasi *Computer-based Test*

Sekolah	Jumlah Peserta Tes
SMAN 2 Wates	80
MAN 2 Kulonprogo	19
SMAN 1 Lendah	102

a. Hasil pemetaan kemampuan berpikir kritis fisika

Peserta didik kelas XI diperoleh dari empat SMA dengan kriteria sekolah rendah, sedang dan tinggi dengan penentuan kriteria berdasarkan hasil nilai UN tahun 2018 yang dikeluarkan oleh Kemendikbud (2018). Jumlah peserta didik yang digunakan sebanyak 201 yang terdiri dari 102

berasal dari SMAN 1 Lendah, 80 berasal dari SMAN 2 Wates dan sebanyak 19 berasal dari MAN 2 Kulonprogo. Pengukuran dilakukan menggunakan media CBT-PhysCriThiS.

Adapun deskripsi data hasil pengukuran kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dilihat pada Tabel 37.

Tabel 36. Deskripsi Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

N	θ_{ideal} minimal	θ_{ideal} maksimal	θ_{real} minimal	θ_{real} maksimal	Rata-rata	Standar Deviasi
207	-3	3	-3,32	2,78	0,000	1,00

Hasil penilaian kemampuan berpikir kritis kemudian dikelompokkan ke dalam kategori dari “sangat rendah” hingga “sangat tinggi” berdasarkan rata-rata skor ideal dan standar deviasi ideal. Adapun hasil pemetaan kemampuan berpikir kritis peserta berdasarkan sekolah dapat dilihat pada Tabel 38.

Tabel 37. Hasil Pemetaan Kemampuan Berpikir Kritis CBT-PhysCriThiS

Interval Kemampuan	Kategori	SMAN 2 WATES (%)		SMAN 1 LENDAH (%)		MAN 2 KULONPROGO	
$\theta < -1,80$	Sangat Rendah	0	0	0	0	0	0
$-1,80 < \theta \leq -0,78$	Rendah	3	3,75	17	16,67	1	5,55
$-0,78 < \theta \leq 0,24$	Sedang	54	67,5	82	80,39	12	66,67
$0,24 < \theta \leq 1,26$	Tinggi	23	28,75	3	2,95	5	27,78
$1,26 < \theta$	Sangat Tinggi	0	0	0	0	0	0
Rata-rata θ		0,02		-0,16		-0,04	

Hasil kategorisasi untuk masing-masing sekolah menunjukkan bahwa persentase peserta didik dengan kemampuan “rendah” terbanyak

terdapat di SMAN 1 Lendah, sedangkan kemampuan “tinggi” terbanyak terdapat di SMAN 2 Wates.

Hasil kemampuan berpikir kritis antar sekolah akan menunjukkan pemetaan kemampuan bahwa urutan sekolah dari rata-rata terendah hingga tertinggi adalah SMAN 2 Wates, MAN 2 Kulonprogo dan SMAN 1 Lendah. Hal ini sesuai dengan kriteria hasil nilai UN kemendikbud tahun 2018 bahwa sekolah SMAN 2 Wates memiliki kategori hasil UN lebih baik daripada MAN 2 Kulonprogo dan SMAN 1 Lendah. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan bahwa program CBT-PhysCriThiS mampu membedakan kemampuan peserta didik sehingga dapat disimpulkan program CBT-PhysCriThiS dapat digunakan untuk mengukur sekaligus memetakan kemampuan berpikir kritis fisika.

b. Hasil minat peserta didik

Jumlah peserta didik yang digunakan sebanyak 201 yang terdiri dari 80 berasal dari SMAN 2 Wates, 102 berasal dari SMAN 1 Lendah dan sebanyak 19 berasal dari MAN 2 Kulonprogo. Pengukuran minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika dilakukan menggunakan angket yang telah di validasi oleh ahli.

Hasil minat peserta didik yang diperoleh berdasarkan analisis pemetaan minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika dapat dilihat pada Tabel 39.

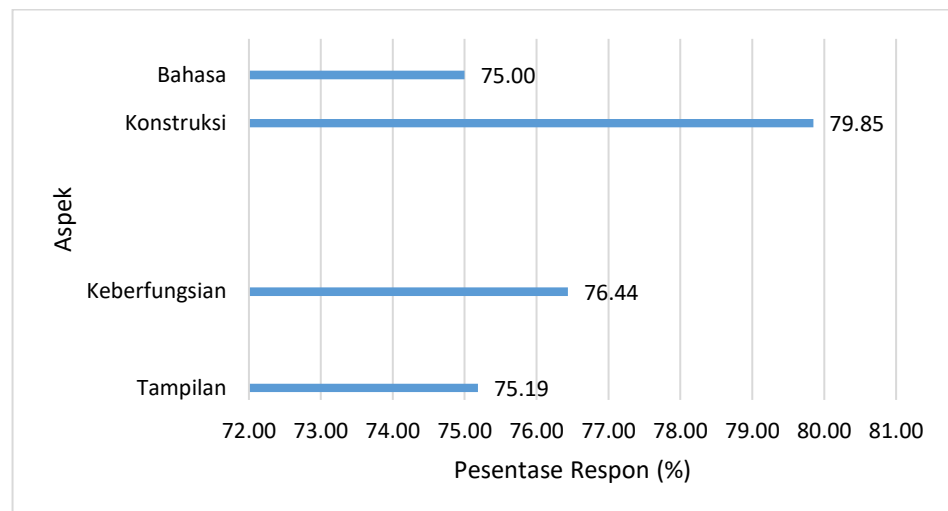
Tabel 38. Hasil Analisis Minat Peserta Didik pada CBT-PhysCriThiS

No	Kategori Minat	MAN 2 Kulonprogo (%)		SMAN 2 Wates (%)		SMAN 1 Lendah (%)	
1	Sangat Tinggi	2	0.99	6	2.98	14	6.96
2	Tinggi	16	7.96	70	34.82	78	38.80
3	Sedang	1	0.5	4	1.99	10	4.98
4	Rendah	0	0	0	0	0	0
5	Sangat Rendah	0	0	0	0	0	0
Rata-rata		19	9.45	80	39.79	102	50.74

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa urutan minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika dari rata-rata minat terendah hingga tertinggi adalah MAN 2 Kulonprogo, SMAN 2 Wates dan SMAN 1 Lendah. Hal ini tidak sesuai dengan kriteria hasil nilai UN kemendikbud tahun 2018 bahwa SMAN 1 Lendah termasuk dalam kategori hasil UN fisika “rendah”. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan ada beberapa faktor yang membuat hasil pemetaan yang kurang sesuai yaitu adanya miskonsepsi oleh peserta didik.

c. Hasil respon peserta didik

Respon peserta didik diukur menggunakan angket efektivitas peserta yang terdiri dari aspek tampilan, keberfungsian penggunaan, konstruksi tes dan bahasa. Hasil yang diperoleh berdasarkan analisis respon peserta didik terhadap pelaksanaan CBT-PhysCriThiS dapat dilihat pada Gambar 36.



Gambar 36. Respon Peserta didik terhadap Computer-based Test

Aspek tampilan mendapat respon sebesar 75,19%, aspek keberfungsian 76,44%, aspek konstruksi 79,85%, dan aspek bahasa 75%. Hal ini sesuai Piaw (2012) bahwa *Computer Based Test* merupakan sistem penilaian secara otomatis dan dinilai dapat menjadi efektif karena dapat dengan mudah dioperasikan oleh siapa saja. Secara keseluruhan rata-rata respon yang diperoleh adalah 76,62% menunjukkan interpretasi peserta didik yang baik. Hal ini sesuai Jamil (2012) bahwa penilaian secara online dianggap telah mengurangi beban guru dalam hal mengoreksi jawaban siswa, karena siswa dengan mudah dapat mengetahui nilainya secara langsung tanpa menunggu diberitahu oleh guru.

E. Kajian Produk Akhir

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah mengembangkan program tes terkomputerisasi untuk mengukur kemampuan berpikir kritis fisika yang

disebut CBT-PhysCriThiS (*Computer-based test for critical thinking skill physics*). Program CBT-PhysCriThiS terdiri dari Bank soal dan media CBT. Bank soal merupakan komponen utama untuk mengukur kemampuan berpikir kritis, sedangkan media CBT digunakan sebagai wadah dalam menyajikan soal, mengelola data peserta tes dan menyimpan hasil tes.

Selain pengembangan program, tujuan khusus dari penelitian ini adalah mengetahui konstruksi produk, karakteristik tes, hasil pemetaan tes kemampuan berpikir kritis dan respon peserta didik terhadap CBT-PhysCriThiS.

1. Konstruksi bank soal

Konstruksi bank soal berkaitan dengan aspek dan sub aspek kemampuan berpikir kritis, kompetensi dasar yang harus dicapai dan format soal yang digunakan. Aspek dan sub aspek kemampuan berpikir kritis yang digunakan mengacu pada pendapat Ennis (1985:45) bahwa aspek keterampilan berpikir kritis adalah *elementary clarification, basic support, interference, advance clarification* serta *strategy and tactics*.

Bank soal yang dikembangkan mampu mengukur kompetensi dasar yang mengacu pada kurikulum 2013 revisi 2016 untuk pelajaran fisika SMA Kelas XI Semester gasal. Sesuai silabus yang dikeluarkan Kemendikbud (2016) mencakup materi kesetimbangan dan dinamika rotasi, elastistas dan hukum hooke, fluida statis dan dinamis serta kalor dan perpindahan kalor.

Bank soal yang dikembangkan terdiri dari 136 soal yang terbagi dalam 4 paket soal dengan 8 soal diantaranya sebagai *anchor item*. Soal yang dikembangkan berupa *two-tier multiple choice* dengan metode penskoran politomus empat kategori. Pemilihan model soal sesuai dengan penelitian Istiyono (2014) bahwa pengukuran terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi bisa dilakukan salah satunya menggunakan pilihan ganda beralasan.

Konstruksi soal yang dikembangkan dinilai melalui validasi konten yang dilakukan oleh ahli dan praktisi dengan formula Aiken. Validasi konten menghasilkan koefisien V Aiken untuk seluruh butir berada pada interval 0,87 hingga 1,00. Hasil nilai koefisien V Aiken dibandingkan dengan tabel *Right-Tail Probabilities (P) for Selected Value of Validity Coefficient (V)* bahwa untuk skala 4 kategori dengan 5 validator, instrumen dikatakan valid jika koefisien $V = 0,87$ (Aiken, 1985). Berdasarkan ketetapan batas nilai tersebut seluruh butir dalam Bank soal dinyatakan telah memenuhi aspek kemampuan berpikir kritis sehingga memenuhi syarat untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dari segi konstruksinya.

2. Karakteristik bank soal

Karakteristik bank soal terkait dengan validasi empiris, reliabilitas dan tingkat kesukaran butir. Validasi empiris berdasarkan *goodness of fit* menghasilkan nilai rerata INFIT MNSQ untuk estimasi item 1,00 dengan simpangan baku 0,08 dan estimasi testi 0,99 dengan simpangan baku

0,15. Menurut Adam & Khoo (1996: 30), item lolos dalam pengujian *goodness of fit* apabila nilai rerata INFIT MNSQ sekitar 1,0 dan simpangan bakunya 0,0, maka keseluruhan tes cocok dengan model. Suatu item atau testi dinyatakan *fit* dengan model dengan batas kisaran INFIT MNSQ dari 0,77 sampai 1,30 (Hambleton & Swaminathan, 1985: 36). Berdasarkan ketetapan Adam&Khoo dan Hambleton&Swaminathan, keseluruhan item tes cocok dengan model PCM sehingga bank soal dinyatakan “valid” sebagai alat untuk mengukur kemampuan berpikir kritis.

Reliabilitas yang dimaksud adalah reliabilitas skor yang dihasilkan oleh tes ujicoba terbatas bank soal. Reliabilitas dilihat melalui grafik hubungan fungsi informasi dan *Standard Error of Measurement* (SEM) (Mardapi, 2012:220). Grafik hubungan fungsi informasi total dan SEM yang diperoleh saling berbanding terbalik. Hambleton (1991:94) menyatakan bahwa semakin tinggi SEM maka akan diperoleh fungsi informasi yang semakin rendah, begitu pula sebaliknya. Perpotongan kurva pada grafik menunjukkan kecocokan tes yang dikembangkan untuk peserta dengan kemampuan $(\theta) \geq -1,4$, sehingga dapat dikatakan tes PhysCriThiS cocok digunakan sebagai tes pada peserta didik yang memiliki kemampuan pada interval $-1,4 \leq \theta \leq 3,00$.

Tingkat kesukaran butir (b_i) diperoleh melalui analisis menggunakan program Quest. Tingkat kesukaran butir dapat digolongkan dalam kategori mudah, sedang dan sukar. Tingkat

kesukaran dari 136 butir soal PhysCriThiS berada pada rentang -1,16 hingga 0,77. Item tes dikatakan baik jika memiliki nilai $-2 \leq b_i \leq 2$ (Hambleton & Swaminathan, 1985:107) sehingga seluruh butir soal tergolong baik.

3. Konstruksi Media CBT-PhysCriThiS

Konstruksi media CBT yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Desain visual media diperoleh setelah membuat *layout website* menggunakan *code igniter* dan *sublime text*. Hasil desain *layout* ditampilkan menggunakan *browser*. Algoritma CBT diadaptasi dari algoritma yang telah dikembangkan Mardapi (2012) berdasarkan teori respon butir, logika dan statistika sederhana. Prinsip kerja yang dikembangkan terkait soal, estimasi kemampuan dan *stopping rule*. Penyajian soal dengan model acak dengan tingkat kesukaran soal yang berbeda-beda.

Kemampuan peserta diestimasi dengan menghitung kemampuan (θ), probabilitas menjawab benar ($P(\theta)$ dan salah ($Q(\theta)$), fungsi informasi dan kesalahan baku ($SE(\theta)$) sesuai rumus yang dikembangkan oleh Hambleton (1991). *Stopping rule* yang digunakan adalah jika butir soal habis maupun waktu tes habis.

Konstruksi media CBT yang dikembangkan kemudian diuji validasi media oleh ahli media. Perumusan kategori penilaian diperoleh berdasarkan kriteria penilaian Widyoko (2013). Rata-rata skor yang diperoleh untuk aspek kebenaran 1,00, reliabilitas media 1,00, integritas

media 1,00, keberfungsian media 0,89, navigasi media 0,73 dan tampilan media 0,87. skor rata-rata yang diperoleh dari tiga orang validator untuk keseluruhan aspek adalah 0,91 dengan kategori “sangat baik”. Dapat disimpulkan bahwa media CBT dinyatakan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sistem tes dari segi konstruksinya.

4. Hasil pemetaan kemampuan berpikir kritis

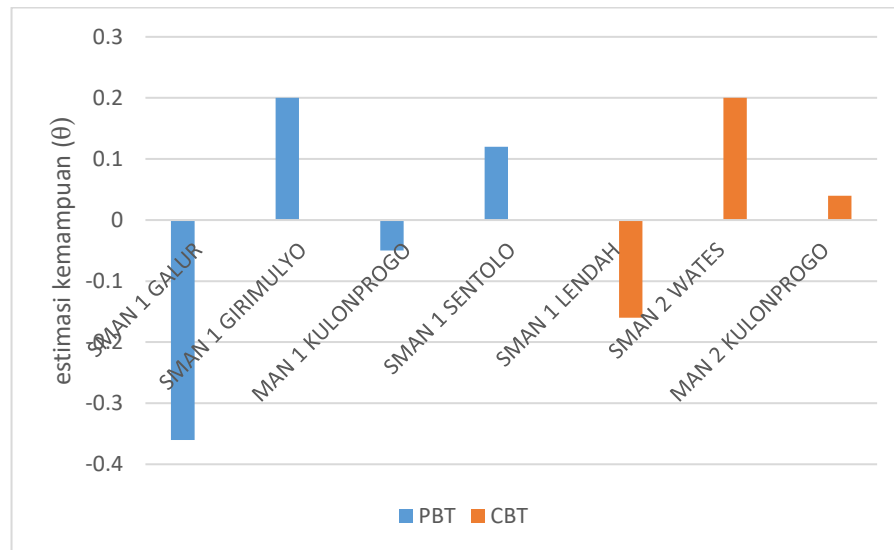
Peserta didik kelas XI diperoleh dari tujuh SMA di kabupaten Kulonprogo. Tujuh SMA ini klasifikasikan ke dalam *grade* tinggi, sedang dan rendah berdasarkan hasil nilai UN tahun 2018 yang dikeluarkan oleh Kemendikbud (2018). Jumlah peserta didik yang digunakan sebanyak 207 yang terdiri dari 52 berasal dari SMAN 1 Sentolo, 32 berasal dari SMAN 1 Galur, 46 berasal dari SMAN 1 Girimulyo dan sebanyak 77 berasal dari MAN 1 Kulonprogo. Pengukuran pada sekolah tersebut dilakukan menggunakan soal yang diambil dari Bank Soal dengan model *paper-based test*. Pemetaan menggunakan CBT-PhysCriThiS dilakukan pada 201 peserta didik yang terdiri dari 102 berasal dari SMAN 1 Lendah, 80 berasal dari SMAN 2 Wates dan sebanyak 19 berasal dari MAN 2 Kulonprogo.

Interval kemampuan berpikir kritis yang dipetakan menggunakan PBT adalah -3,32 hingga 2,75 sedangkan menggunakan CBT adalah -3,32 hingga 2,78. Jika hasil kategorisasi antar sekolah dibandingkan maka akan menunjukkan pemetaan kemampuan berpikir kritis. Bagi sekolah yang menggunakan PBT menunjukkan bahwa urutan sekolah dari

rata-rata terendah hingga tertinggi adalah SMAN 1 Galur (-0,36), MAN 1 Kulonprogo (-0,05), SMAN 1 Sentolo (0,12) dan SMAN 1 Girimulyo (0,20). Hal ini kurang sesuai dengan kriteria hasil nilai UN kemendikbud tahun 2018 bahwa sekolah SMAN 1 Girimulyo masuk dalam kategori *grade* UN rendah. Hal ini menunjukkan kekurangan PBT jika digunakan dalam mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Pemetaan kemampuan berpikir kritis antar sekolah yang menggunakan CBT-PhysCriThiS menunjukkan pemetaan kemampuan bahwa urutan sekolah dari rata-rata terendah hingga tertinggi adalah SMAN 2 Wates (0,02), MAN 2 Kulonprogo (-0,04) dan SMAN 1 Lendah (-0,16). Hal ini sesuai dengan kriteria hasil nilai UN kemendikbud tahun 2018 bahwa sekolah SMAN 2 Wates memiliki kategori hasil UN lebih baik daripada MAN 2 Kulonprogo dan SMAN 1 Lendah. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan bahwa program CBT-PhysCriThiS mampu membedakan kemampuan peserta didik sehingga dapat disimpulkan program CBT-PhysCriThiS dapat digunakan untuk mengukur sekaligus memetakan kemampuan berpikir kritis fisika.

Implementasi pemetaan kemampuan berpikir kritis menggunakan tes PhysCriThiS (PBT) dan CBT-PhysCriThiS pada SMA/MA dengan *grade* rendah, sedang dan tinggi dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 37. Hasil Pemetaan Kemampuan Berpikir Kritis

5. Respon peserta didik

Respon peserta didik diukur menggunakan angket efektivitas peserta yang terdiri dari aspek tampilan, keberfungsian penggunaan, konstruksi tes dan bahasa. Peserta didik merespon pelaksanaan tes baik menggunakan PBT maupun CBT. Respon peserta didik yang melaksanakan tes menggunakan PBT secara keseluruhan adalah 66,58%. Aspek tampilan mendapat respon sebesar 73,64%, aspek ketertarikan 39,62%, aspek konstruksi 78,42%, dan aspek bahasa 74,65%.

Respon peserta didik yang melaksanakan tes menggunakan CBT secara keseluruhan memperoleh nilai 76,62%. Aspek tampilan mendapat respon sebesar 75,19%, aspek keberfungsian 76,44%, aspek konstruksi 79,85%, dan aspek bahasa 75%. Hasil respon peserta didik dalam menggunakan CBT-PhysCriThiS lebih baik daripada menggunakan PBT. Hal ini sesuai Piaw (2012) bahwa *Computer Based Test* merupakan

sistem penilaian secara otomatis dan dinilai dapat menjadi efektif karena dapat dengan mudah dioperasikan oleh siapa saja.

F. Keterbatasan Penelitian

Terdapat beberapa kendala selama proses pelaksanaan penelitian sehingga menjadi keterbatasan penelitian. Keterbatasan penelitian tersebut diantaranya pelaksanaan implementasi CBT-PhysCriThiS membutuhkan koneksi jaringan yang stabil. Oleh karena lab komputer salah satu sekolah menggunakan jaringan lokal (LAN) menyebabkan soal tidak dapat *loading* di beberapa komputer sehingga peserta didik harus melaksanakan tes menggunakan ponsel. Bahkan beberapa peserta didik mengalami *stop* di beberapa pertanyaan sehingga tes terhenti dan menerima hasil yang tidak maksimal.